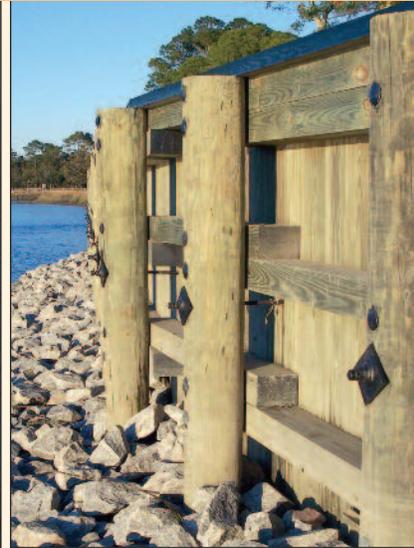


# GUÍA DE CONSTRUCCIÓN MARINA

Agua dulce, agua salobre y agua salada ■ Conceptos de diseño y Lineamientos de especificación



Muelles ■ Embarcaderos ■ Muros de contención ■ Caminos peatonales ■ Puentes para vehículos livianos

**[SouthernPineGlobal.com](http://SouthernPineGlobal.com)**  
**[SouthernPine.com](http://SouthernPine.com)**

## PREFACIO

Por casi 20 años, esta guía ha sido útil para la industria de productos de madera, para los profesionales en diseño y contratistas marinos al brindar un enfoque integral en cuanto a las estructuras de madera construidas para uso en agua dulce, agua salobre y agua salada. Las actualizaciones periódicas a esta guía han ayudado adecuadamente a los usuarios a mantenerse actualizados con respecto a los cambios en la clasificación de materiales de construcción, preservantes, además de sujetadores y conectores, así como a los detalles de la construcción.

Esta nueva edición se enfoca en las necesidades de los profesionales en el diseño y contratistas marinos, al brindar la orientación más reciente para especificar e instalar correctamente los productos de Pino del sur tratado a presión en entornos delicados y con frecuencia adversos. Esta guía de construcción completa trata varios temas:

- Cambios en los preservantes de la madera y control de calidad de la industria de tratamiento y agencias de inspección.
- Eliminación de los Estándares del producto (C) para la madera tratada, reemplazo con el Sistema de Categoría de Uso (UCS) de AWP para determinar cuáles son los

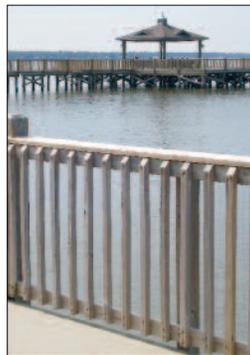
preservantes necesarios para las aplicaciones específicas. El UCS se desarrolló solo como una revisión de formato y no pretendía hacer cambios técnicos significativos.

- Se hace énfasis en el uso de categorías superiores de madera: Grado "Marine", Grado "Seawall", Grado N.º 1, Denso N.º 2 y Select para las consideraciones estructurales y de apariencia.
- Se incluyen nuevas recomendaciones para los sujetadores y tornillería en entornos corrosivos.
- Se explican los impactos de los valores de nuevo diseño para la madera a la medida del Pino del sur con clasificación visual, vigente al 1 de junio de 2013.
- Se presentan recomendaciones de diseño por separado para las aplicaciones de agua dulce, agua salobre y agua salada.

Es importante comprender la información que se presenta aquí para el diseño y la construcción con éxito de las estructuras de madera en entornos marinos.

Jon Guerry Taylor, P.E.

Jon Guerry Taylor y Asociados



SFPA es una asociación comercial no lucrativa que ha representado a los fabricantes de productos de madera de pino del sur desde 1915.

6660 Riverside Drive, Suite 212 • Metairie, LA 70003 EE. UU.  
504/443-4464 • Fax 504/443-6612  
mail@sfpa.org

[SouthernPineGlobal.com](http://SouthernPineGlobal.com)  
[SouthernPine.com](http://SouthernPine.com)

Southern Forest Products Association (SFPA) es un grupo promocional y comercial no lucrativo que cuenta con el apoyo de los fabricantes de madera del Pino del sur. La SFPA no fabrica, asigna categorías, realiza pruebas ni trata los productos de madera.

El propósito principal de esta publicación es brindar información técnica sobre el uso de la madera del Pino del sur en estructuras marinas, incluyendo embarcaderos, muelles, muros de contención, caminos peatonales y puentes para vehículos livianos. La SFPA ha recopilado el contenido como servicio para los compradores, usuarios y especificadores de los materiales de construcción en madera. La información se basa en otras fuentes de la industria, incluyendo las *Standard Grading Rules for Southern Pine Lumber* que publicó la Agencia de inspección del pino del sur (SPIB), el *Book of Standards* que publicó la Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA) y la *2012 National Design Specification® for Wood Construction* que publicó el Consejo Americano de la Madera (AWC).

En consecuencia, la SFPA no garantiza la información incluida en esta publicación ni asume ninguna responsabilidad por daños provocados o que surjan por el uso de dicha información.

Los conceptos de diseño que se incluyen aquí son ilustrativos de la ingeniería y otros factores involucrados en el diseño y construcción de estructuras acuáticas y de humedal con Pino del sur tratado a presión, pero no están diseñados para utilizarlos como un sustituto de los planes y las especificaciones preparadas por profesionales calificados para los proyectos de construcción individual.

Las condiciones en las que la madera se utiliza para construcción pueden variar ampliamente, al igual que la calidad de la mano de obra. Ni la SFPA ni sus miembros tienen conocimiento de la calidad de los materiales, la mano de obra o los métodos de construcción utilizados en cualquier proyecto y por consiguiente, no garantizan los datos técnicos, el diseño o rendimiento de la madera en estructuras terminadas.

# CONTENIDO



## Introducción a la maderas y tablonos de Pino del sur

Marcas de categorías y marcas de calidad	2
Requisitos del contenido de humedad, Valores de diseño	3
Tamaños, revestimiento, perfiles y patrones	4
Tratamientos de conservación	5
Tabla 1: Designaciones de categoría de uso de AWPA	5
Tabla 2: Guía de especificación simplificada para aplicaciones marinas	6
Tabla 3: Especificaciones de conservación, servicio de agua dulce	7
Tabla 4: Especificaciones de conservación, servicio de agua salobre y salada	7
Tabla 5: Espacio recomendado para el entablado de 2x6 tratado	8
Especificaciones de entablado y lineamientos de instalación	8
Sujetadores y conectores para uso con madera tratada	9
Madera de Pino del sur y ambiente marino	10
Grados especiales para el servicio en agua salobre y agua salada	11

## Detalles de la construcción marina

Lineamientos de diseño básico	12
Enfoque en el diseño de estructura marina utilizando productos de madera	13
Tipos de preservantes de la madera	14
Tabla 6: Preservantes a base de agua para SP en agua dulce, agua salobre y agua salada	14
Tabla 7: Guía de especificación Embarcaderos fijos – Agua salobre y salada	15
Tabla 8: Guía de especificación Embarcaderos fijos – Agua dulce	16
Tabla 9: Guía de especificación Muros de contención – Agua salobre y salada	17
Tabla 10: Guía de especificación Muros de contención – Agua dulce y cuencas de retención	17
Muros de contención de agua salobre/salada – Uso de pilotes redondos	18 - 21
Tabla 11: Penetración de laminado típica	21
Muros de contención en agua dulce y cuencas de retención – Uso de pilotes cuadrados	22
Embarcaderos fijos	23 - 28
Muelles fijos	29 - 30
Consideraciones prácticas de uso marino	31

## Caminos peatonales y puentes para vehículos livianos – Detalles de construcción

Detalles del diseño del camino peatonal	32 - 33
Detalles de la estructura del camino peatonal	34
Puentes para vehículos livianos – Puentes para carritos de golf y peatones	35
Madera laminada y encolada para muelles, embarcaderos y puentes	36

## Glosario

## Recursos adicionales

Contraportada

## El Pino del sur – una opción natural para los ambientes marinos

El uso de madera de Pino del sur para el servicio marino incluye una amplia gama de aplicaciones residenciales y comerciales tales como muelles, embarcaderos, puertos deportivos, muros de contención, malecones, así como puentes para peatones y vehículos livianos.

Estos sistemas están expuestos a condiciones ambientales especialmente adversas; por consiguiente, la especificación precisa de la madera, los tablonos y la tornillería para sujeción es crítica para lograr el desempeño correcto y condición de servicio. Esta guía ofrece información técnica útil para el profesional que especifica el uso del Pino del sur para estas aplicaciones.

Los estándares de control de calidad de la industria para la fabricación y conservación del Pino del sur garantizan el rendimiento

a largo plazo y minimizan el impacto ambiental. Los avances en tratamientos preservantes, el diseño moderno y las técnicas de construcción, así como la silvicultura sostenible hacen que el Pino del sur sea un material rentable, ecológicamente aceptable y renovable para la construcción.

Para ver los detalles sobre cómo seleccionar y manejar el uso de la madera tratada para lograr un mejor rendimiento mientras se minimiza el potencial para el impacto adverso en el medio ambiente, consulte *Treated Wood in Aquatic Environments (inglés)* y su documento anexo, *Best Management Practices for the use of Treated Wood in Aquatic and Other Sensitive Environments (inglés)*; descárguelos en [SouthernPine.com](http://SouthernPine.com).

## Marcas de categorías y marcas de calidad

El pino del sur es reconocido por las agencias normativas y códigos de construcción para uso en construcción y se debe identificar adecuadamente. Una agencia acreditada por el Comité Americano de Normas de la Madera (ALSC) debe marcar cada trozo de madera con la clasificación y este debe fabricarse según el Estándar del producto PS 20 publicada por el U.S. Department of Commerce. La madera de Pino del sur está clasificada por categoría de acuerdo con Standard Grading Rules for Southern Pine Lumber que publica la Agencia de inspección del pino del sur (SPIB). SPIB, Timber Products Inspection Inc. (TP) y otras organizaciones\* están acreditadas para inspeccionar y clasificar la madera de pino del sur de acuerdo con las Reglas de clasificación de SPIB.

La Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA) es la organización que redacta los estándares de la industria de tratamiento de la madera de EE. UU. El *Book of Standards* de AWPA brinda orientación basada en el consenso sobre los métodos, preservantes y otras tecnologías que protegen los productos de madera. Los preservantes de madera son aceptados para el cumplimiento del código de construcción de modelo por la referencia al *Book of Standards* de AWPA o por Informes de evaluación emitidos por el Servicio de evaluación de ICC. La aceptación de un preservante en el *Book of Standards* de AWPA o por medio de la evaluación de ICC, garantiza que los productos de madera tratados correctamente funcionen de forma satisfactoria para las condiciones de servicio previstas.

Toda la madera tratada de Pino del sur se debe identificar con una marca de calidad tratada – ya sea etiqueta final plástica o sello de tinta – que cumpla con los estándares del código de construcción. Las marcas de calidad identifican los productos de madera tratada con preservantes estandarizados por AWPA o evaluados por ICC-ES. El uso de dichas marcas proporciona la garantía que:

- El preservante es aprobado por EPA para la aplicación de uso final
- El producto de madera recibe tratamiento conforme a la ley federal
- La retención y penetración del preservante cumple con las especificaciones del fabricante
- Un programa de auditoría de calidad ha inspeccionado el producto de madera tratado a presión

Cuando sea práctico, la perforación, maquinado, corte o pulido de la superficie, se debe hacer antes del tratamiento. Los extremos de corte, las muescas y los agujeros perforados de la madera tratada con preservantes se deben tratar de acuerdo con el Estándar de AWPA M4. Consulte la publicación de SFPA *Pino amarillo del sur con tratamiento a presión* para obtener más información; descarguelo en SouthernPineGlobal.com.

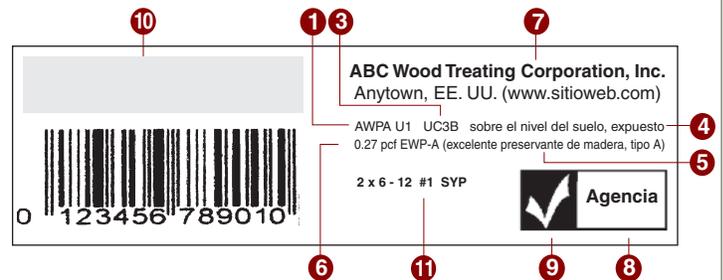
### Marcas típicas de clasificación de madera de pino del sur – sello de tinta



\*Otras organizaciones cuentan con una acreditación de ALSC para inspeccionar y clasificar todos o productos seleccionados del Pino del sur de acuerdo con las Reglas de clasificación de SPIB, incluyendo: California Lumber Inspection Service (CLIS), Northeastern Lumber Manufacturers Association (NELMA), Renewable Resource Associates Inc. (RRA), West Coast Lumber Inspection Bureau (WCLIB) y Western Wood Products Association (WWPA).

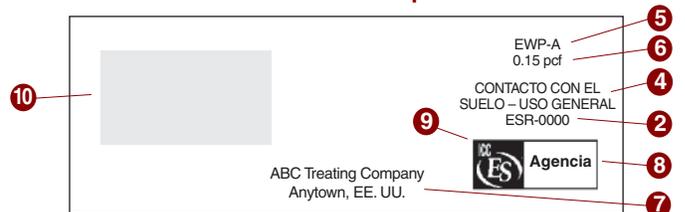
### Marcas de calidad típicas de madera tratada – etiqueta con extremo de plástico o sello de tinta

#### Preservante estandarizado de AWPA



- |  |  |
|--|--|
| 1 Referencia del estándar de AWPA para el sistema de preservante estandarizado de AWPA                 | 7 Compañía de tratamiento y ubicación                                |
| 2 Número del informe de evaluación (ESR) de ICC-ES para el Sistema de preservantes evaluados de ICC-ES | 8 Agencia de inspección acreditada                                   |
| 3 Categoría de uso de AWPA   | 9 Marca de verificación de calidad (AWPA) o logotipo de ICC-ES (ESR) |
| 4 Categoría de exposición o condición de uso final   | 10 (opcional) Nombre comercial o logotipo de la compañía             |
| 5 Sistema de preservantes  | 11 (opcional) tamaño, largo, clasificación, especie                  |
| 6 Retención del preservante en libras por piecúbico (pcf) – opcional para los preservantes de ICC-ES   |  |

#### Preservante evaluado por ICC-ES



### Descripciones de categoría de madera del Pino del sur

Las siguientes descripciones de categoría se basan en *Standard Grading Rules for Southern Pine Lumber*, que publica la Agencia de Inspección del Pino del Sur (SPIB). Las descripciones de categoría del Pino del sur para los productos que no se enumeran a continuación, se detallan en la *Guía de uso del Pino del sur*, que está disponible en SouthernPineGlobal.com.

#### Madera a la medida: 2" a 4" de grosor, 2" y más ancho

- N.º 1 – Recomendado para la construcción donde se requiere alta resistencia, rigidez y buena apariencia.
- N.º 2 – Recomendado para los usos de construcción más generales donde se requieren valores de diseño

moderadamente altos. Permite hacer unos nudos bien espaciados de cualquier calidad.

- N.º 1 Denso\* – Recomendado para la construcción donde se requiere alta resistencia, rigidez y buena apariencia.
- N.º 1 Preparado – Recomendado para las aplicaciones donde se toma en consideración la apariencia y resistencia. Categoría basada en la madera a la medida N.º 1 excepto cuando las disminuciones y otras características que afectan la apariencia son limitadas.
- N.º 2 Preparado – Recomendado para las aplicaciones donde se toma en consideración la apariencia y resistencia. Categoría basada en la madera a la medida N.º 2 excepto cuando las disminuciones y otras características que afectan la apariencia son limitadas.

### Tablones. 5" x 5" y más grandes

Selección estructural – Recomendada para las aplicaciones donde se requiere alta resistencia, rigidez y buena apariencia.

N.º 1 y N.º 2 – Similar en apariencia a las categorías correspondientes de la madera a la medida. Recomendado para usos generales de construcción.

N.º 3 – categoría no clasificada por tensión, pero económica para el propósito de utilidad general tal como refuerzo, bloqueo, muros de contención, etc.

\* La mayoría de aserraderos no fabrican todos los productos ni hacen todas las separaciones de categoría. La disponibilidad puede ser limitada.

## Requisitos del contenido de humedad

El contenido de humedad de la madera del Pino del sur es una consideración importante en las aplicaciones marinas. La mayoría de los problemas de puesta en servicio con tablonces pesados y entarimado han surgido por las prácticas inadecuadas de secado antes del tratamiento con preservantes.

La madera a la medida y entablado utilizados en aplicaciones marinas se debe secar al horno para que quede un contenido de humedad del 19 % al 21 %. Los tablonces (5x5 y más grandes), si se especifica que se sequen al horno, deben tener un contenido de humedad del 20 % o menos y, si se especifica que se sequen al aire, el contenido de humedad debe ser del 23 % o menos. Estos lineamientos de contenido de humedad para la madera no tratada del Pino del sur se originan de la Agencia de Inspección del Pino del Sur (SPIB). Debe estar consciente de estas prácticas para desarrollar un conocimiento funcional del proceso de secado de la madera.

Para las terrazas, pasamanos, laminado de muros de contención y remates de muros de contención, se puede especificar que la madera tratada sea Secada en cámara después del tratamiento (KDAT). Algunos tratamientos de la madera incluyen: Secado al aire después del tratamiento (ADAT). Estos procesos involucran el secado de la madera hasta su contenido de humedad para la puesta en servicio de 19 % después del tratamiento.

Consulte las publicaciones de SFPA *Pino del sur tratado a presión* para obtener más detalles; descárguelas en [SouthernPineGlobal.com](http://SouthernPineGlobal.com).



## Valores de diseño

Consulte los valores de diseño para la madera de Pino del sur que se tabulan en *Design Values for Wood Construction Supplement of the National Design Specification® (NDS)®* que publica el American Wood Council. Los valores de diseño para madera no tratada también aplican para madera tratada a presión por medio de un proceso y preservante aprobado. Como resultado, los valores del nuevo diseño que entraron en vigencia el 1 de junio de 2013 también aplican a la madera a la medida con clasificación visual del Pino del sur que reciben tratamiento a presión.



Los valores de diseño de referencia se basan en una duración de carga normal bajo las condiciones de servicio de humedad especificadas; éstas se deben multiplicar por los factores de ajuste aplicables para determinar los valores de diseño ajustados. Los factores de ajuste para madera no tratada también aplican a la madera tratada a presión con una excepción – en aplicaciones de Diseño de tensión permitida que permiten un aumento con el Factor de duración de carga,  $C_D$ , ese factor no puede exceder 1.6 para los elementos estructurales tratados a presión con preservantes a base de agua.

Como ejemplo, los factores de ajuste común a considerar al dimensionar las piezas tratadas a presión para una aplicación exterior incluyen:

**Wet Service Factor,  $C_M$**  – Una reducción necesaria para la madera que se utiliza en condiciones donde el contenido de humedad de la madera en servicio excederá el 19 % por un período extendido, tal como estructuras marinas y plataformas exteriores sin cubierta que por lo general están expuestas directamente a la lluvia u otras fuentes de humedad.

**Repetitive Member Factor,  $C_r$**  – Un aumento permitido cuando al menos tres vigas están en contacto o separadas no más de 24” en el centro y están unidas por un elemento de distribución de carga como una plataforma.

NOTA: Los tablonces (5x5 y más grandes) tienen los mismos valores de diseño para los usos húmedo y seco; valores de diseño para los tablonces que se basan en las condiciones verdes (uso húmedo).

### Almacenamiento adecuado de la madera

Utilizar técnicas adecuadas de almacenamiento es esencial para el uso eficiente y económico de la madera tratada. El almacenamiento adecuado también:

- ▶ Previene los defectos que pueden surgir de la condición alternativa húmeda o seca.
- ▶ Ayuda a mantener la apariencia y estabilidad dimensional.



- ▶ Ayuda a evitar que vuelvan a llamar a los constructores, lo cual es costoso.

### Almacenamiento en el lugar de trabajo

Sin importar dónde se almacene la madera en el lugar de trabajo, se deben tomar en cuenta algunas precauciones simples:

- ▶ La madera se debe descargar en un lugar seco – no en áreas que tengan agua o lodo.
- ▶ La madera no debe estar en contacto directo con el suelo. Se debe elevar sobre unas vigas para permitir que el aire circule.
- ▶ La madera que se guarda en un área abierta se debe cubrir con un material que le dará protección contra la inclemencia del tiempo, pero debe ser lo suficientemente poroso para dejar que la humedad salga. Las cubiertas de polietileno o similares probablemente no permitan el paso de la humedad.

El constructor, contratista de construcción, contratista autorizado, edificador o contratista edificador es responsable de descargar, recibir, almacenar, manejar, instalar y reforzar adecuadamente la madera en el lugar de trabajo.

## Tamaños

Los aserraderos de Pino del sur generalmente producen madera en múltiplos de dos pies, proporcionando longitudes de 8' a 20'. Algunos aserraderos producen mayores longitudes habitualmente de 22' y 24'. Los diseños de construcción deben considerar las longitudes estándar del aserradero para utilizar la madera de longitud completa y minimizar los desechos.

### Madera a la medida

Tamaño nominal (pulgadas) grosor x ancho	Tamaño real (pulgadas) grosor x ancho
2 x 4	1-1/2 x 3-1/2
2 x 6	1-1/2 x 5-1/2
2 x 8	1-1/2 x 7-1/4
2 x 10	1-1/2 x 9-1/4
2 x 12	1-1/2 x 11-1/4
3 x 4	2-1/2 x 3-1/2
3 x 6	2-1/2 x 5-1/2
3 x 8	2-1/2 x 7-1/4
3 x 10	2-1/2 x 9-1/4
3 x 12	2-1/2 x 11-1/4
4 x 4	3-1/2 x 3-1/2
4 x 6	3-1/2 x 5-1/2
4 x 8	3-1/2 x 7-1/4
4 x 10	3-1/2 x 9-1/4
4 x 12	3-1/2 x 11-1/4

### Tablones

6 x 6	5-1/2 x 5-1/2
6 x 8	5-1/2 x 7-1/2
8 x 8	7-1/2 x 7-1/2

NOTA: Los tamaños de los tablones anteriores están terminados en los cuatro lados (S4S). Los tablones rústicos también se pueden especificar. Los tamaños mínimos de madera rústica son 3/8" apenas de los tamaños nominales, en grosor (pulgadas) y ancho (pulgadas) y los tablones rústicos pueden tener un tamaño excesivo de 1" si exceden de 2" de grosor, según las normas de categoría de SPIB; consulte el párrafo 121.4 (rústico), 123.5 (terminado) y 121.5 (de gran tamaño).

- Los productos de laminado de muros de contención tradicionales son de madera a la medida nominal terminada de 2" y 3" (grosor real 1-1/2" y 2-1/2"). Estos productos están disponibles a través de los aserraderos y curadores del Pino del sur.

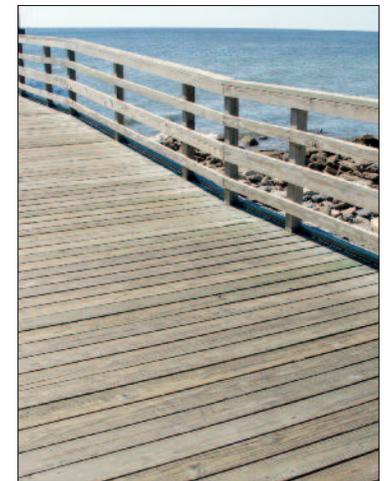
## Terminados

Terminar la madera en su configuración final (ya sea en tamaño dimensional o patrón de especialidad) también debe ser parte de una especificación del producto marino, dependiendo de la aplicación final. Según las normas de calificación de SPIB, las opciones para el terminado son:

- S4S – Cuatro lados terminados (todos los cuatro lados)
- S2S – Dos lados terminados (dos lados en el ancho)
- S1E – Un borde terminado (un borde en el grosor)
- S2E – Dos bordes terminados (dos bordes en el grosor)

La especificación correcta del terminado de la madera con frecuencia contribuye a un proyecto rentable bien diseñado.

*Ejemplo:* Las piezas subestructurales de 3" y más gruesas no siempre requieren un terminado en los cuatro lados para brindar un óptimo servicio. La madera rústica para aplicaciones de vigas, un borde terminado (S1E) o dos bordes terminados (S2E) se pueden utilizar para brindar una superficie pareja para la instalación del material de entablado.



## Perfiles y patrones

La madera del Pino del sur para la construcción marina se puede remanufacturar en una variedad de perfiles, incluyendo "Sloppy V-T&G", un patrón común utilizado en muros de contención (vea las ilustraciones). Los lineamientos simples que involucran el grosor y la longitud de lengüeta son los siguientes: Si se utiliza madera de 2"-de grosor, la lengüeta debe medir 3/4" de largo; si se utiliza madera de 3" o 4"-de grosor, la lengüeta debe medir 1" de largo.

En el caso de la fabricación durante la instalación, los cortes se deben tratar de acuerdo con el estándar de AWPAM4.

Consulte las *Standard Grading Rules for Southern Pine Lumber* de SPIB para obtener más detalles sobre las designaciones de revestimiento y perfil, estipulaciones y tamaños del producto neto.



"Sloppy V - T & G"



"Square - T & G"



## Tratamientos preservantes – Proceso y selección

El pino del sur tratado a presión es el producto de un proceso supervisado y controlado cuidadosamente. Los preservantes son forzados profundamente en las células de la madera dentro de un cilindro cerrado mientras están bajo presión.

El tratamiento presurizado de la madera, tablonés y pilotaje es el método más eficiente para proteger la madera designada para el ambiente marino. El proceso de presurización permite la penetración más profunda de los componentes químicos en la madera y control de los niveles de retención.

La opción del preservante depende de cómo y dónde se utilizará la madera. Existen tres tipos de preservantes de madera que se utilizan en los procesos modernos para el tratamiento a presión:

- ▶ Los preservantes a base de agua se utilizan para las aplicaciones residenciales, comerciales, marinas, de agricultura, recreacionales e industriales.
- ▶ La creosota y las mezclas de creosota/alquitrán de carbón se utilizan para los durmientes del ferrocarril, pilotes, puentes de madera, postes para servicios públicos y usos marinos comerciales.
- ▶ Los preservantes a base de aceite, llamados Pentaclorofenol, o “Penta”, y Naftenato de cobre se utilizan para las aplicaciones industriales, incluyendo los postes para servicios públicos. Penta y el naftenato de cobre no se recomiendan para la construcción marina en agua salada, especialmente en inmersión o en la zona de salpicadura de agua.

Consulte la publicación de SFPA *Pino del sur tratado a presión* para obtener un listado completo de los preservantes que se utilizan para el tratamiento a presión de los materiales del Pino del sur.

### Estándares de AWPA

La Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA) publica su *Book of Standards* cada año, que enumera los preservantes y retenciones adecuados para varias condiciones de servicio.

La industria de tratamiento a presión ha establecido diferentes niveles de retención de preservantes para la madera tratada, con base en el uso previsto.

Los “niveles de retención” hacen referencia a la cantidad de preservantes químicos que quedan en la estructura celular de la madera después de que se ha completado el proceso de presurización. Las retenciones de preservantes se expresan en libras de preservantes por pie cúbico de madera (pcf); cuanto mayor sea el nivel de retención, más adversa será la condición a la que se puede exponer la madera.

### Aceptación alternativa

Además de los estándares de AWPA, la mayoría de funcionarios del código de construcción aceptarán el material tratado con un Informe de servicio de evaluación (ESR) del International Code Council – Evaluation Service (ICC-ES).

## Condiciones de servicio – Sistema de Categoría de Uso

El Sistema de Categoría de Uso (USC) de la Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA) define las categorías de exposición a las cuales están expuestos los productos de madera cuando están en servicio. El USC ayuda a los usuarios a identificar la condición de exposición para los productos específicos y ambientes de uso final y luego especifica los preservantes aceptables y niveles de retención necesarios para esa aplicación.

El especificador debe estar familiarizado con las Condiciones de servicio para las designaciones de categoría de uso a las cuales estarán expuestos los componentes. Consulte las Tablas 1 y 2 Los preservantes y las retenciones comúnmente utilizados para el pino del sur tratado para uso final o aplicación y condición de exposición se resumen en las Tablas 2-4, páginas 6 y 7.

Al comprar madera tratada del Pino del sur bajo el Sistema de Categoría de Uso, los pedidos de material deben incluir la Condición de servicio (Tablas 1 y 2), uso final específico, preservante y nivel de retención (Tablas 2-4) y cualquier requisito especial tal como

preparaciones pre o post tratamiento, incluyendo acondicionamiento y secado.

### Aprobado para CCA para el uso en agua salada

El uso de Arseniato de cobre cromado (CCA) para la construcción marina, según se especifica en la Categoría de uso de AWPA UC5, está aprobado por Environmental Protection Agency para ciertos usos. El CCA está permitido para uso en pilotes y travesaños para inmersión en agua salada. El CCA también se permite para otras estructuras, vigas y soportes transversales expuestos a las salpicaduras de agua salada en dimensiones de 2x8 o 3x6 y nominales más grandes y tratadas con un mínimo de 0.60 pcf.

El CCA no está permitido para las terrazas, las barandas, soleras superiores y aplicaciones relacionadas que usen madera que mida menos de 2x8. Hay preservantes alternativos aprobados, tan efectivos como el CCA para estas aplicaciones, que se deben utilizar para estos componentes por encima del nivel del agua.

**TABLA 1: DESIGNACIONES DE CATEGORÍA DE USO DE AWPA**

UC3A	Elevado sobre el suelo, exterior - protegido
UC3B	Elevado sobre el suelo, exterior - expuesto
UC4A	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce en áreas con bajo riesgo
UC4B	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce, ambientes adversos, alto potencial de deterioro
UC4C	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce, condiciones muy adversas o componentes estructurales muy críticos.
UC5A	Exposición al agua salada – peligro leve
UC5B	Exposición al agua salada – peligro intermedio
UC5C	Exposición al agua salada – aguas semi tropicales y tropicales

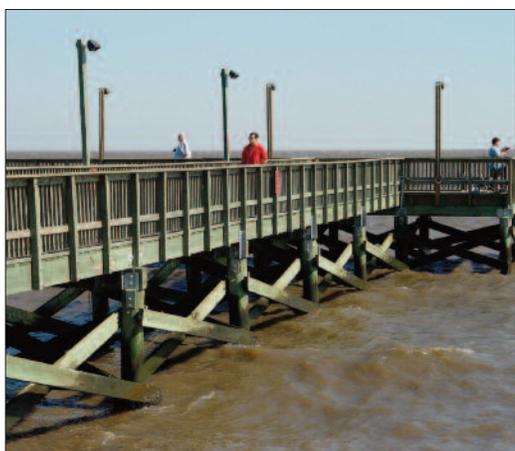
**TABLA 2: GUÍA DE ESPECIFICACIÓN SIMPLIFICADA PARA APLICACIONES MARINAS<sup>1</sup>**

Condiciones de servicio <sup>2</sup>	Aplicaciones de uso final común <sup>2</sup>	Sistemas de preservantes utilizados comúnmente <sup>1,3</sup>
<b>Elevado sobre el suelo, exterior: Protegido</b> con revestimiento y escurrimiento de agua rápido UC3A	<b>Madera aserrada pintada/terminada</b>	A base de carbono, boratos, cobre azole y cobre cuaternario Cobre azole micronizado
<b>Elevado sobre el suelo, exterior: Expuesto</b> UC3B	<b>Entablado aserrado, viguetas y vigas para terrazas</b> (no sujeto a la humedad frecuente); <b>arriostramiento en cruz de plataforma, componentes de barandas y peldaños; embarcadero de agua dulce, muelle, camino peatonal y entablado del malecón, viguetas y vigas</b> (no sujeto a humedad frecuente)	Cobre azole y cobre cuaternario, a base de carbono Cobre azole micronizado
<b>Contacto con el suelo/ agua dulce: Uso general</b> UC4A Componentes no críticos	<b>Entablado aserrado y postes de uso general; viguetas y vigas para terrazas</b> (contacto con el suelo) y <b>vigas de escaleras; plataformas del muelle flotante de agua dulce; embarcadero de agua dulce, muelle, camino peatonal y plataforma del malecón, viguetas y vigas</b> (sujeto a la humedad frecuente); <b>arriostramiento en cruz del embarcadero de agua dulce; embarcadero de agua dulce, muelle, soportes del camino peatonal y malecón; muros de contención</b> (no de uso crítico);	Cobre azole y cobre cuaternario Cobre azole micronizado
	<b>Laminado de muro de contención aserrado</b> (agua dulce)	CCA, Cobre azole y cobre cuaternario Cobre azole micronizado
<b>Contacto con el suelo/ agua dulce: Trabajo pesado</b> UC4B - Componentes críticos o reemplazo difícil - Alto potencial de descomposición - Incluye salpicaduras de agua salada	<b>Zona de salpicaduras de agua salada, fuera del agua</b> (elevado sobre el suelo); <b>postes y pilotes aserrados de soporte estructural</b>	Cobre azole y cobre cuaternario, CCA Cobre azole micronizado
	<b>Muros de contención</b> (crítico)	Cobre azole y cobre cuaternario Cobre azole micronizado
	<b>Madera laminada encolada</b> para puentes	Naftenato de cobre, CCA, cobre azole y cobre cuaternario Cobre azole micronizado
<b>Contacto con el suelo/ agua dulce: Uso extremo</b> UC4C - Componentes estructurales esenciales - Ambientes severos - Potencial extremo de descomposición - Incluye salpicaduras de agua salada	<b>Pilotes de base, puentes de carreteras, entibado, pilotes y base estructural</b> (crítico); <b>zona de salpicaduras de agua salada fuera del agua</b> (contacto con el suelo); <b>postes de construcción aserrados</b> (base estructural importante); <b>postes y pilotes aserrados</b> (soporte estructural crítico)	CCA, Creosota Cobre azole micronizado
<b>Agua salobre y salada</b> Peligro leve UC5A Peligro intermedio UC5B Aguas semi tropicales y tropicales UC5C	<b>Pilotaje, muros de contención, diques, arriostramiento en cruz del embarcadero</b>	CCA, Creosota Cobre azole micronizado

(1) Esta tabla brinda información de la especificación para las aplicaciones más comunes de madera tratada de uso final marino y no está diseñada para ser una referencia inclusiva de cada caso. Existen varios preservantes aprobados, pero no todos son adecuados ni se utilizan comúnmente para una aplicación marina específica. Para proporcionar la información más práctica posible, en esta tabla solo se incluyen los preservantes que los especificadores, los usuarios y los productores han establecido como líderes del mercado presentes para el pino del sur tratado a presión. Consulte el *2014 Book of Standards* de la Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA) y los Informes de evaluación (ESR) del International Code Council-Evaluation Service (ICC-ES) para ver la información completa de todos los preservantes aprobados.

(2) Las condiciones de servicio y aplicaciones de uso final se basan en el Estándar U1 de AWPA (Tablas 2-1 y 3-1) y ESR de ICC-ES.

(3) Los cobres azole y cobre cuaternario incluyen sistemas de preservantes micronizados y disueltos; los preservantes a base de aceite incluyen Penta y CuN.



**TABLA 3: ESPECIFICACIONES DE PRESERVANTES DEL PINO DEL SUR EN EL SERVICIO PARA AGUA DULCE<sup>1</sup>**

Producto de uso final	Designación de la categoría de uso (UC) de AWWA	Arseniato de cobre cromado (CCA) <sup>2</sup>	Creosota (CR, CR-PS, CR-S) <sup>3</sup>	Cobre azole (CA)	Cobre azole Disperso (μCA-D) micronizado (MCA)			Cobre cuaternario (ACQ) <sup>5</sup>
					Requisitos de retención mínima — Libras por pie cúbico (pcf)			
<b>Pilotes</b>								
Redondos	4C			0.80	12.0	0.41	0.33	0.80
Pilote aserrado cuadrado y Tablestacas	4C			0.60	12.0	0.31	0.23	0.60
<b>Madera laminada<sup>3</sup></b>								
Revestimiento de muro de contención, arriostamiento en cruz	4A			0.40	10.0		0.23	0.40
Remate dividido de muros, vigas, travesaños	4A				10.0	0.21	0.23	0.40

(1) Preservantes y retenciones indicados en la Tabla 3 según el 2014 Book of Standards de la Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA). (2) No se permite el preservante de CCA para la madera a la medida aserrada y sólida para uso en agua dulce. (3) Según AITC 109-2007, American Institute of Timber Construction (AITC), Estándar para el tratamiento preservante de la madera laminada encolada estructural.

**TABLA 4: ESPECIFICACIONES DE PRESERVANTES DEL PINO DEL SUR PARA SERVICIO DE AGUA SALOBRE Y SALADA<sup>1</sup>**

Producto de uso final	Designación de la categoría de uso (UC) de AWWA	Arseniato de cobre cromado (CCA) <sup>2</sup>	Creosota (CR, CR-PS, CR-S) <sup>3</sup>	Cobre azole (CA)	Cobre azole Disperso (μCA-D) micronizado (MCA)			Cobre cuaternario (ACQ) <sup>5</sup>
					Requisitos de retención mínima — Libras por pie cúbico (pcf)			
<b>Pilotes, redondos</b>								
Peligro leve	5A			1.5	16.0			
Peligro intermedio	5B			2.5	20.0			
Aguas semi tropicales y tropicales	5C			2.5	20.0			
Tratamiento doble <sup>6</sup>								
Primer tratamiento	5B-C			1.0				
Segundo tratamiento	5B-C				20.0			
<b>Pilotes aserrados cuadrados y Tablestacas</b>								
Tratamiento doble <sup>6</sup>								
Primer tratamiento	5A-C			2.5	25.0			
Segundo tratamiento	5A-C			1.5				
	5A-C				20.0			
<b>Madera laminada y encolada<sup>3</sup></b>								
Tratamiento doble <sup>6</sup>								
Primer tratamiento	5A-C			2.5	25.0			
Segundo tratamiento	5A-C			1.5				
	5A-C				20.0			
<b>Revestimiento de muro de contención, arriostamiento en cruz, travesaños</b>								
	5A-C			2.5	20.0			
<b>Remate dividido de muros, vigas</b>								
Zona de salpicaduras de agua salada	4B-C			0.60	12.0	0.31	0.23	0.60

(1) Preservantes y retenciones que se indican en la Tabla 4 según 2014 Book of Standards de la Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA). (2) En uso marino de agua salobre y salada, el tratamiento de CCA no está permitido en dimensiones nominales de menos de 2x8, pero sí se permite para travesaños, remates de muros, vigas, arriostamiento en cruz y otras estructuras cuando las dimensiones nominales de 2x8 o 3x6 y más grandes se tratan con un mínimo de 0.60 pcf. (3) Según AITC 109-2007, American Institute of Timber Construction, Estándar para el tratamiento preservante de la madera laminada encolada estructural. (4) CR y CR-S únicamente. (5) ACQ-B y D únicamente. (6) En ciertas condiciones extremas, donde las navajas o *Sphaeroma terebrans* están presentes, puede ser necesario hacer un doble tratamiento.

## Especificaciones de entarimado y lineamientos de instalación

Malecones, embarcaderos y muelles flotantes son solo algunos ejemplos que generalmente requieren materiales del Pino del sur tratados para utilizarlos en entablados. Como con toda construcción marina, la familiaridad con los materiales correctos y técnicas de instalación es crucial para el rendimiento a largo plazo y larga duración de la estructura.

### Contenido de humedad y consideraciones de tamaño

Debido a que se utiliza un sistema preservante a base de agua, el contenido de humedad y las dimensiones físicas de la madera del Pino del sur pueden variar después del tratamiento. La madera aumenta en grosor y ancho durante el tratamiento. Por ejemplo, un tablón de 2x6 con contenido de humedad de 19 % antes del tratamiento mide 1-1/2" x 5-1/2". Esta medición puede aumentar hasta 1/8" a 1/4" directamente después del tratamiento, dependiendo de la densidad de la madera.

El pino del sur con más tratamiento se entrega al proveedor o lugar de trabajo en condición húmeda, por lo general con un contenido de humedad del 25 % en exceso. El tamaño real de este material (grosor y ancho) podría variar dependiendo del tiempo de secado después del tratamiento y las temperaturas ambientales. Por consiguiente, es posible que se deba instalar la plataforma con piezas de empalme bien ajustadas entre sí para evitar los espacios excesivos a medida que la madera en uso se seca. (consulte el diagrama)

Como una alternativa, se puede especificar que la madera de pino del sur tratada fue ressecada después del tratamiento. Este material se puede secar al horno después del tratamiento (KDAT) o secar con aire después del tratamiento (ADAT); esta madera tiene la designación de KDAT o ADAT en la marca de calidad o etiqueta final. Los estándares de AWPA especifican un contenido de humedad del 19 % para todo el material de KDAT y ADAT. Por lo general, esta madera debe estar debidamente espaciada durante la instalación para evitar el pandeo; consulte la Tabla 5.

### Selección e instalación del material

Para reducir el desecho, la plataforma se debe especificar, ordenar e instalar en longitudes parejas de dos pies (4', 6', 8', etc.). Para lograr una apariencia y rendimiento óptimos, la categoría de material del entarimado se debe especificar como N.º 1 (para el grosor nominal de 2"). La madera tratada debe llevar la marca de categoría de una agencia de inspección acreditada por el Comité Americano de Normas de la Madera (ALSC), así como la marca de calidad por madera tratada que indica el uso de preservantes estandarizados por AWPA o evaluados por ICC-ES.

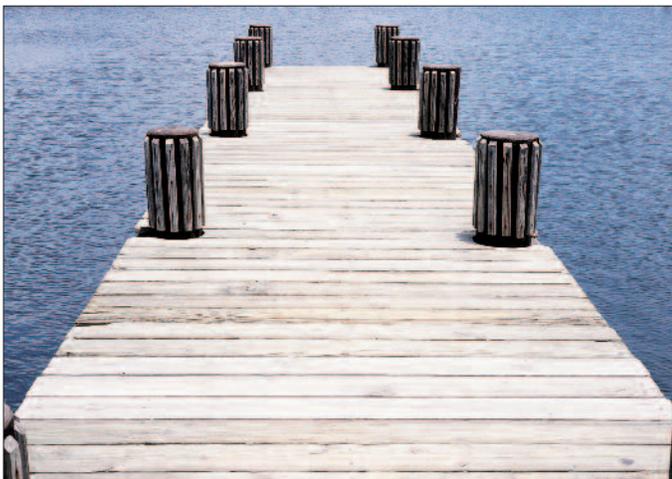


Es necesario utilizar prácticas de sujeción y un programa de mantenimiento de la tarima adecuados para garantizar la estabilidad y el desempeño óptimos. Para reducir el cizallamiento, la tarima no debe exceder de 6" de ancho. Los preservantes de la madera se pueden especificar, los cuales incluyen un aditivo repelente al agua que minimizará el daño provocado por el clima (revisión de la superficie) en las superficies de la tarima. Hay aditivos de color también disponibles. Otra opción es sellar toda la plataforma con una fórmula tóxica repelente al agua cuando la construcción está completa.

Los tornillos galvanizados en caliente brindan fuerza de sujeción superior para la plataforma. Alternativamente, se puede utilizar un aro galvanizado en caliente o de acero inoxidable o clavos de vástago en espiral. Consulte los Lineamientos de sujeción y selección de la plataforma, página 25.

**TABLA 5: ESPACIADO RECOMENDADO PARA LA PLATAFORMA DE 2X6 TRATADA**

Ancho en la instalación	Espaciado (mín - máx)
5-1/2" (húmedo o seco)	1/8" - 1/4"
5-5/8" (húmedo)	1/16" - 1/8"
5-3/4" (húmedo)	Empalme de tablonces
Más de 5-3/4" (húmedo)	Deje que transcurra el tiempo de secado antes de la instalación



## Sujetadores y conectores para uso con madera tratada

La probabilidad de corrosión de la tornillería que entra en contacto con la madera tratada ocurre cuando los metales en el preservante (tal como el cobre) son diferentes a los metales de la tornillería (el hierro en el acero o aluminio). En un ambiente húmedo, estos metales diferentes crean una pequeña corriente eléctrica que activa una reacción química que da como resultado la corrosión galvánica.

Para seleccionar la tornillería adecuada, el especificador debe considerar primero la aplicación de uso final y las condiciones de exposición. En una exposición a condiciones de humedad, la tornillería que está en contacto con la madera tratada a presión debe ser resistente a la corrosión. La tornillería incluye sujetadores (es decir, clavos, tornillos y pernos) y todos los conectores (por ejemplo, ganchos de vigas, correas, bisagras, anclajes posteriores y placas de celosía).

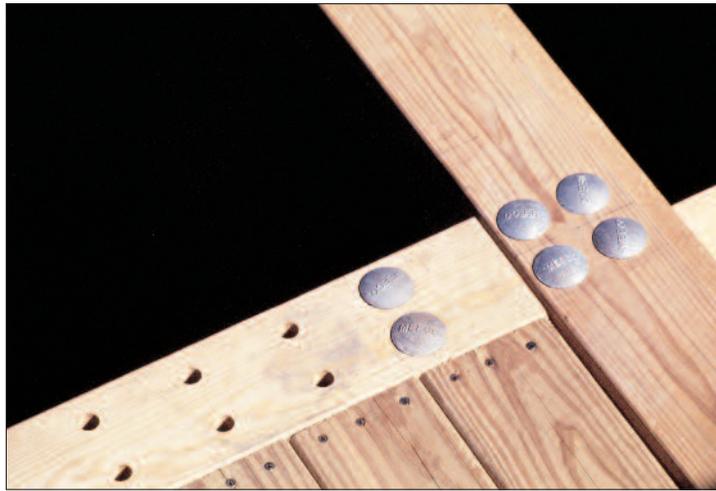
Sin importar la condición de la exposición, los sujetadores y conectores se deben especificar en cumplimiento con las recomendaciones del fabricante de la tornillería y los códigos de construcción para su uso previsto.

### Preservantes a base de cobre

Las fórmulas de preservantes a base de cobre incluyen el Arseniato de cobre cromado (CCA) y productos avanzados tales como Cobre azole (CA) o Cobre cuaternario (ACQ o cobre micronizado). El CA y ACQ han mostrado un índice de corrosión levemente superior cuando se comparan con CCA y el cobre micronizado.

En ambientes de humedad, se recomienda utilizar tornillería galvanizada en caliente o de acero inoxidable cuando hace contacto con la madera tratada con preservantes a base de cobre. Los sujetadores galvanizados en caliente deben cumplir con ASTM A153. Los conectores galvanizados en caliente deben cumplir con ASTM A653, lámina Clase G185 con 1.85 onzas de recubrimiento de zinc por pie cuadrado como mínimo.

El acero inoxidable tipo 304 o 316 se recomienda para brindar una máxima resistencia contra la corrosión en aplicaciones exteriores más



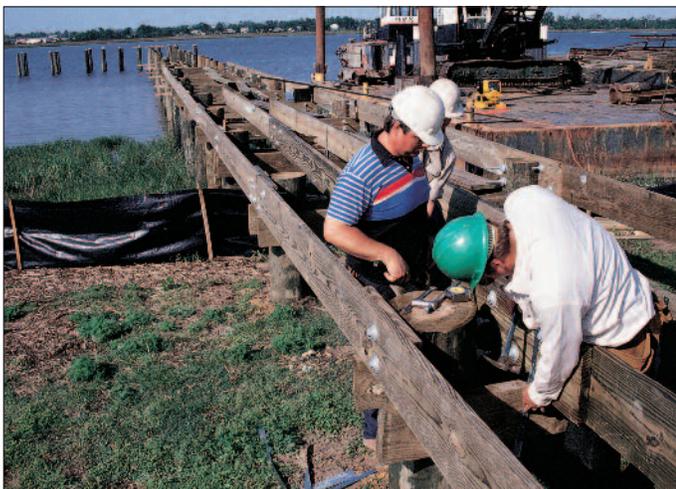
severas, tales como piscinas o agua salada. El acero inoxidable también es una opción recomendada cuando las fórmulas de CA o Cobre cuaternario son específicas para los niveles de retención mayores que lo requerido para el contacto con el suelo.

Los productos de acero al carbono estándar, aluminio o galvanizados no se deben instalar en contacto directo con la madera tratada con CA o ACQ. Sin embargo, los productos de aluminio se pueden colocar en contacto directo con la madera tratada con cobre micronizado

cuando se utiliza en aplicaciones exteriores por encima del nivel del suelo. Los productos de metal galvanizado generalmente tienen una capa de protección más fina que la galvanizada en caliente y por lo general no es aceptada por los códigos de construcción para uso exterior. Los sujetadores y conectores que se utilizan juntos deben ser de la misma composición metálica para evitar la corrosión galvánica (es decir, utilice clavos por inmersión en caliente con los ganchos para vigas por inmersión en caliente).

Cuando se debe utilizar tornillería de aluminio o galvanizada cerca de la madera tratada con CA o ACQ, los espaciadores o barreras físicas pueden proteger los productos, tales como protectores de láminas y escudos contra termitas. Las barreras no deben ser conductivas y deben ser resistentes para el servicio previsto de la aplicación. Las barreras adecuadas pueden incluir laminado plástico pesado, caucho, vinilo o betún de alquitrán o epóxido de alta calidad no permeable.

También está disponible la tornillería recubierta con tecnologías anti corrosión de propiedad. Consulte con los fabricantes de la tornillería para ver las especificaciones respecto a su rendimiento.



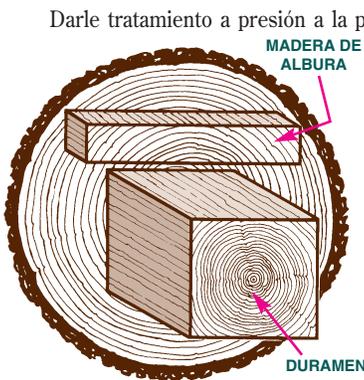
# Madera del Pino del sur y el ambiente marino

## Características de la madera

Es importante comprender el uso de la madera del Pino del sur y su interacción con el agua dulce, agua salobre y agua salada.

La madera del Pino del sur está compuesta básicamente de madera de albura y células de duramen. La madera, los tablonces y el corte de pilotes de un tronco pueden ser 100 % madera de albura o 100 % duramen o una combinación de ambas dependiendo del tamaño del tronco, condiciones de crecimiento y otras características.

Las madera de albura son la parte exterior viva del árbol compuesta por células alargadas o traqueidas que desempeñan una parte activa en el crecimiento y movimiento del agua dentro del árbol. El duramen es la parte central inactiva del árbol y se vuelve un depósito de resinas y extractivos. Estos extractivos confieren un grado de resistencia natural contra la descomposición. Los troncos que provienen de bosques antiguos contienen mayores concentraciones de duramen. Los troncos que provienen de plantaciones de segundo corte y de pino tienen índices de crecimiento más rápido y contienen más madera de albura que duramen.



Darle tratamiento a presión a la parte de las madera de albura con preservantes es el método más importante y efectivo para proteger la madera y asumir un desempeño a largo plazo. Sin embargo, el duramen más denso no puede absorber los preservantes; por consiguiente, no está protegido y es más susceptible al daño y descomposición que ocasionan los organismos perforadores marinos.

## Factores de descomposición de la madera

La presencia constante o intermitente del agua en un lugar marino típico es el factor contundente que favorece el crecimiento de hongos.

Los hongos necesitan cuatro criterios para sobrevivir: humedad, temperatura tibia, oxígeno y alimento. La ausencia de cualquiera de estos elementos esenciales interrumpirá o evitará su crecimiento. Por eso es que las partes de los embarcaderos y pilotes que están constantemente sumergidos en el agua no se deterioran – no hay oxígeno. También es por eso que la estructura de madera protegida, la superficie alta y seca sobre el nivel del agua, no se deteriora – no existe agua ni humedad que sea persistente.

Pero en áreas en o cerca de la línea de flotación, donde el contenido de humedad de la madera sigue siendo mayor del 30%, la descomposición es común. La única manera en que se puede prevenir, es eliminar el suministro de alimentos para los hongos. El proceso de tratamiento a presión logra que el – preservante forme un adhesivo con la fibra de



madera, haciéndolo indeseable como fuente de alimento para los hongos y otros organismos.

## Organismos perforadores marinos

La madera, los tablonces y los pilotes debidamente tratados del Pino del sur se utilizan comúnmente para las aplicaciones sumergidas en agua salada porque se puede aserrar con la madera de albura tratables en los cuatro lados, (consulte la “Grado Marine” en la página siguiente). Esta es una consideración importante en áreas de actividad de los organismos perforadores marinos, que son principalmente ambientes de agua salobre y salada.

Los organismos perforadores marinos son pequeños animales marinos invertebrados que cavan la madera para conseguir alimentos y refugio. Pueden ser crustáceos, tales como los taladradores marinos y bichos de bola; o moluscos, tales como gusanos de barco y navajas. Los organismos perforadores marinos se encuentran en todo el mundo, pero la mayoría de áreas tienen solo especies seleccionadas. La costa sur del océano Atlántico de EE. UU. y el Golfo de México son el hogar de cuatro tipos diferentes.

Las consultas con contratistas marinos, capitanes de puerto, operadores de marina de la localidad y propietarios de terrenos frente al mar son algunas de las mejores maneras de identificar qué tipos de organismos perforadores marinos predominan en un área particular. Las tarazas se limitan principalmente a los estuarios de



agua salobre dentro de las regiones costeras navegables.

El daño ocasionado por los organismos perforadores marinos en las estructuras marinas de madera se puede prevenir, pero requiere conocimiento de los tipos de organismos presentes y el uso del tratamiento preservante adecuado. Para los casos de organismos perforadores marinos en agua salada, el Arseniato de cobre cromado (CCA) sigue estando aprobado para el uso como tratamiento preservante principal contra los gusanos de barco y taladradores marinos. Algunos tipos de organismos perforadores marinos son tolerantes a los tratamientos preservantes, mientras que otros tipos no lo son. Investigue las condiciones de la localidad y la actividad específica de los organismos perforadores marinos y consulte los Estándares de Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA) para obtener información detallada del tratamiento preservante.

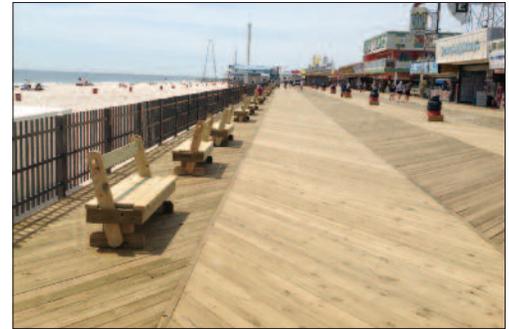
La industria de los productos de madera, los fabricantes de preservantes y el USDA Forest Products Laboratory (FPL) en Madison, Wisconsin, siguen con la investigación que involucra a los organismos perforadores marinos. La investigación de FPL continua ha encontrado que un nivel de retención de preservantes de 2.5 pcf CCA para la exposición marina en la madera de albura ofrece un rendimiento a largo plazo en agua salada donde hay taladradores marinos y gusanos de barco y en agua salobre en regiones templadas. En ciertas condiciones extremas, donde las navajas o *Sphaeroma terebrans* están presentes, puede ser necesario hacer un doble tratamiento.

# Grados especiales para el servicio de agua salobre y agua salada

## Grado "Marine"

En la construcción marina, la especificación de madera, tabloncillos y pilotes del Pino del sur, variará según su uso final. Los grados superiores del Pino del sur, como el N° 1 por ejemplo, están comúnmente especificados cuando los requerimientos de resistencia y estética son importantes. Algunos productores ofrecen un grado especial de madera sin duramen llamada "Marine" como se describe en el párrafo 508 de SPIB *Standard Grading Rules for Southern Pine Lumber*.

El material de categoría marina requiere que los cuatro lados longitudinales no tengan medula ni duramen. Se puede especificar en tamaños de 1" a 20" de grosor y 2" a 20" de ancho en cualquier categoría de madera a la medida.



## Marcas típicas de "grado Marine"

El material de categoría marina se utiliza para los remates de muro, arriostamiento en cruz, travesaños y otras piezas parcialmente sumergidas o sumergidas.



## Grado "Seawall"

El grado "Seawall" requiere una cara ancha y los dos cantos (los dos lados adyacentes) ser libre del duramen y/o libre de madera corazón. Las caras y cantos con albura requieren que dicha albura sea por lo menos de un espesor de 1/2 pulgada, medida de cada extremo de la pieza. El grado "Seawall" se describe en el párrafo 507 de SPIB *Standard Grading Rules for Southern Pine Lumber*.

El intento de esta estipulación de categoría es brindar material adecuado para el laminado de muro de contención marino para agua salobre y salada. La madera que así esté designada, estará claramente marcada con "This Side Seaward" (Este lado hacia el mar) y se puede fabricar en dimensiones nominales de 2" a 4" de grosor y 6" a 14" de ancho.

El grado "Seawall" cumple con las condiciones de servicio bajo los Estándares de categoría de uso de AWP A UC5A, 5B y 5C, Sección 6.5.

## Marcas típicas de "Clase Seawall"



# Detalles de la construcción marina

## Lineamientos de diseño básico

- La construcción marina es un proceso complejo con muchas variables — requiere vasto conocimiento de las condiciones de la localidad y solo lo deben realizar los profesionales calificados. Los extremos en el nivel del agua que incluyen oleajes por tormentas, historial de marejadas, cargas, códigos, prácticas de construcción, materiales y análisis de suelos, todo esto se debe tomar en consideración. Consulte con profesionales certificados en diseño y construcción, con experiencia en el ambiente marino; revise los ejemplos de sus proyectos recientes. Considere pedir referencias sobre contratistas de gran reputación.
- La evaluación adecuada de suelos es indispensable para el diseño y rendimiento a largo plazo de la estructura marina. Los suelos arenosos (granulares) por lo general son muy predecibles pero aún están sujetos a la socavación y erosión. Las arcillas (suelos cohesivos) probablemente no sean consistentes en un lugar determinado y pueden variar ampliamente en un solo proyecto. Incluso cuando los mira un profesional experto en diseño, el análisis del suelo sin el beneficio de la prueba de un laboratorio calificado de examen de suelos, es simplemente una evaluación aproximada. El costo de un análisis de suelos en un laboratorio certificado de la localidad se compensa fácilmente por las ventajas de los informes precisos de datos de resistencia y calidad.
- Las instalaciones marinas que utilizan materiales debidamente especificados de Pino del sur deben proporcionar un servicio duradero bajo las condiciones anticipadas. Los materiales que no cumplen o que exceden las especificaciones se deben rechazar. Los materiales alternativos pueden ofrecer beneficios de costos a corto plazo, pero los ahorros a corto plazo pueden privar al propietario del uso a largo plazo y de bajo costo de mantenimiento.
- Recuerde que ningún corte puede afectar la efectividad del tratamiento preservante. Siempre que se pueda, haga cortes como muescas: los cortes en la parte inferior de las tablestacas o radio de fresado de los bordes: completado antes del tratamiento o por lo menos sumerja o aplique con una brocha en esas superficies naftenato de cobre antes de la instalación, de acuerdo con el estándar de AWPAM4.



## Ingeniería y conceptos de diseño

- Muros de contención de agua salobre/salada (págs. 18-21)
- Muros de contención de agua dulce con pilotes cuadrados (pág. 22)
- Embarcaderos fijos (págs. 23-28)
- Embarcaderos de uso comercial/para pesca pública (pág. 27)
- Sistemas de muelle flotante (págs. 29-30)
- Caminos peatonales (págs. 33-34)
- Puentes para vehículos livianos (pág. 35)

## Planificación del sitio/investigación del factor de diseño

### Niveles de agua

- Nivel promedio de marea alta/alta
- Nivel promedio de marea baja/baja
- Altura de ola y ascenso
- Posibilidad de exceso de agua

### Tipos de suelo

- Arenas y gravas – buen drenaje
- Mezclas de arena/arcilla – drenaje lento
- Arcillas – drenaje pobre, moldeable

### Susceptibilidad a la socavación o erosión

#### Alineación

- Relación con la costa existente
- Minimiza las modificaciones o cambios de dirección

#### Ubicación de las estructuras permanentes

- Árboles grandes
- Servicios públicos
- Edificios u otras estructuras

#### Talud de la ribera

- Drenaje
- Riego e inundación de planta

#### Talud de berma

#### Materiales de relleno

- Drenaje
- Compactación

#### Elevación de la parte superior de un muro

- Mínimo de dos o tres pies por encima del nivel de la marea alta

## Enfoque en el diseño de estructura marina utilizando productos de madera

El uso adecuado de los productos de madera en ambientes húmedos es más directo si el diseñador toma un enfoque estructurado. Identificar el lugar del proyecto para utilizar los códigos aplicables, la selección de la categoría de madera correcta y el uso adecuado de tratamientos preservantes son las principales consideraciones a tomar en cuenta.

La Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA) ha adoptado un Sistema de Categoría de Uso (UCS), basado en las condiciones de servicio para la madera y no en los productos de madera. Está diseñado para reducir la confusión entre los especificadores y consumidores. Los lineamientos enumerados aquí aceptan el “Estándar U1 de AWPA (Sistema de Categoría de Uso)”.

La mayoría de códigos de construcción hacen referencia a los estándares de AWPA, así que el Sistema de Categoría de Uso ha reemplazo el Producto anterior o estándares “C” en los códigos.

A continuación se presenta un método de diseño paso por paso para utilizar esta publicación:

### 1. ¿Qué tipo de proyecto se está construyendo?

- Embarcadero fijo
- Muelles flotantes
- Muro de contención o pared de contención
- Puente para peatones o vehículos livianos

Consulte los “Detalles de la construcción marina”, página 13. Además, revise los detalles del diseño para ver la estructura seleccionada; consulte las páginas 19 a la 37.

### 2. ¿Cuáles son las Categorías de uso que aplican para la ubicación del proyecto?

Agua dulce - UC4A, UC4B y UC4C (aguas navegables)

Agua salobre y salada - UC5A, UC5B o UC5C (aguas costeras)



### 3. Con base en la exposición y requisitos del componente estructural, ¿Cuáles son las determinaciones preliminares?

Considere:

- Tamaños y longitudes de la madera a la medida
- Categorías de madera
- Retención de preservantes
- Textura de superficie
- Contenido de humedad

4. Desarrolle los criterios básicos de la pieza estructural para uso en los cálculos de desempeño (donde sea necesario) y desarrolle las ilustraciones y especificaciones técnicas al utilizar una o más de las siguientes fuentes:

• **Tamaños de pieza estructural** – Revise con los proveedores de madera de la localidad los tamaños de madera que están disponibles y que se adaptarán a las necesidades económicas de su proyecto. Los tamaños típicos de la madera y tablones “nominal” y “revestidos” se indican en la página 4.

• **La categoría de madera** – Madera clasificada N.º 2 está recomendada para los usos de construcción más generales donde se requieren valores de diseño moderadamente altos. Para las aplicaciones donde la alta resistencia, rigidez y apariencia son prioridades, la madera clasificada N.º 1 se puede utilizar. Donde se requiere mayor resistencia, la categoría N.º 1 **Densa** se puede especificar; la disponibilidad puede estar limitada. Para las piezas que se sumergirán constantemente en agua salobre o salada, la madera de **Grado “Marine”** brinda una mejor resistencia a los organismos perforadores marinos y debe estar especificada. Considere la especificación del material de **Grado “Seawall”** como el valor mínimo para el laminado del muro de contención.

UC4A	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce en áreas con bajo riesgo
UC4B	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce, ambientes adversos, alto potencial de deterioro
UC4C	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce, condiciones muy adversas o componentes estructurales muy críticos
UC5A	Exposición al agua salada – peligro leve
UC5B	Exposición al agua salada – peligro intermedio
UC5C	Exposición al agua salada – aguas semi tropicales y tropicales

Los componentes que son altamente visibles y donde se busca una apariencia óptima, (sin nudos, disminuciones ni otros defectos), se puede especificar “N.º 1 Prime”.

- **Contenido de humedad** – Generalmente se recomienda que la madera tratada sea Secada al horno después del tratamiento (KDAT) de 19% a 21% del contenido de humedad (dependiendo del tamaño). Para los tabloncillos tratados (5 pulgadas y más gruesas) se recomienda un contenido máximo de humedad del 25%. La madera que no se trata con preservantes se debe secar hasta el 19% del contenido de humedad.

- **Revestimiento, perfiles y patrones** – La madera y los tabloncillos que están más disponibles y que se utilizan para la construcción marina, por lo general, son los de Revestimiento en Cuatro lados (S4S). Sin embargo,

utilizar madera rústica aserrada en algunas aplicaciones puede ser una consideración económica, particularmente para el arriostamiento en cruz y los remates divididos de muros.

Hay varios perfiles que también están disponibles. Los dos perfiles más utilizados para la madera tratada para construcción marina de muros de contención son Sloppy V - T&G y Square T&G; consulte la página 4. Estos dos patrones se utilizan principalmente como pilotes laminados para los proyectos de construcción de muros de contención; por lo general, se utilizan grosores de dos, tres y cuatro pulgadas. Es posible que se ofrezcan otros perfiles; revise con los proveedores de madera o aserraderos de la localidad si hay disponibilidad.

## Tipos de preservantes de la madera

Existen tres clases amplias de preservantes que se utilizan para el tratamiento a presión de los productos del Pino del sur:

- Los preservantes **a base de agua** tienen una amplia variedad de usos, incluyendo aplicaciones residenciales, comerciales, marinas, de agricultura e industriales.
- Los preservantes **a base de aceite** se utilizan principalmente para las

aplicaciones tales como postes para servicios públicos, pilotes, postes, vigas laminadas y encoladas y tabloncillos.

- Los preservantes de **creosota**, incluyendo mezclas de creosota/alquitrán de carbón, traviesas de protección, pilotes marinos y postes para servicios públicos. (La creosota no se recomienda para las aplicaciones donde la apariencia limpia y el ambiente sin olores son prioritarias).

**TABLA 6: PRESERVANTES A BASE DE AGUA PARA EL PINO DEL SUR EN AGUA DULCE, SALOBRE Y SALADA**

CONDICIONES DE SERVICIO	A BASE DE AGUA, NO DE COBRE	A BASE DE AGUA, A BASE DE COBRE
Por encima del nivel del suelo Exterior	DCOI+Imidacloprid (EL2) DOT y Ligante con polímero Propiconazole-Tebuconazole-Imidacloprid (PTI) Tebuconazole + Imidacloprid (EL)	Cobre alcalino (ACD, ACQ-C, ACQ-D, KDS, KDS-B) Cobre azole (CA-C) Cobre dispersado o micronizado (µCA-C, MCA) HDO de cobre (CX-A) Naftenato de cobre (CuN-W)
Contacto con el suelo o agua dulce		Cobre alcalino cuaternario (ACQ-C&D) Betaina de cobre alcalino (KDS, KDS-B) Cobre alcalino + DCOI (ACD) Cobre cuaternario amoniacal (ACQ-A&B) Arseniato de cobre cromado (CCA) – <i>tabloncillos y pilotes únicamente</i> Cobre azole (CA-C) HDO de cobre, tipo A (CX-A) Cobre azole disperso (CA-C) Cobre azole micronizado (MCA)
Agua salobre/salada Salpicaduras		Arseniato de zinc de cobre amoniacal (ACZA) Cobre cuaternario amoniacal (ACQ-A&B) Arseniato de cobre cromado (CCA) Cobre alcalino cuaternario (ACQ-C, ACQ-D) Cobre azole disperso (µCA-C) Cobre azole micronizado (MCA) Betaina de cobre alcalino (KDS, KDS-B) Cobre azole (CA-C) Naftenato de cobre a base de agua (CuN-W) Cromato de cobre ácido (ACC)
Agua salobre/salada Inmersión		Arseniato de zinc de cobre amoniacal (ACZA) Arseniato de cobre cromado (CCA)

## Especificaciones del preservante

Los proyectos ubicados en agua salobre o salada requieren una consideración cuidadosa para el tratamiento preservante de varios componentes estructurales. Con base en la exposición de cada pieza estructural a las condiciones ambientales, determine el tratamiento preservante adecuado y nivel de retención para cada pieza. Desarrolle todas las especificaciones para los componentes de la madera en un formato de diagrama; consulte la Tabla 7 a continuación.

Consulte la orientación siguiente para el desarrollo del diseño final de su proyecto. Los tratamientos preservantes más comunes requieren el uso

de Arseniato de cobre cromado (CCA), Cobre azole (CA) o Cobre alcalino cuaternario (ACQ). Debe hacer consideraciones cuidadosas al seleccionar el mejor tratamiento preservante – dependiendo de la aplicación, exposición al ambiente, así como exposición potencial de las personas y animales.

Aunque es una fórmula de preservante preferida para uso en agua salobre y salada, los tratadores de EE. UU. tienen prohibido utilizar el preservante CCA para tratar los tablonos y la madera a la medida. Todos los tratamientos probablemente no estén disponibles en todas las ubicaciones.

**TABLA 7: GUÍA DE ESPECIFICACIÓN PARA EL PINO DEL SUR TRATADO EN AGUA SALOBRE Y SALADA – EMBARCADEROS FIJOS**

PIEZA/UBICACIÓN	TAMAÑO DE PIEZA <sup>1</sup> (TÍPICO)	GRADO DE LA MADERA	*CATEGORÍA DE USO	CONDICIONES DE SERVICIO/ AMBIENTE DE USO	SUJETADORES COMUNES UTILIZADO EN AMBIENTES DE AGUA SALADA	NIVEL DE CONTENCIÓN PRESERVANTE Y TRATAMIENTO	TEXTURA DE LA SUPERFICIE
Pilotaje de madera	Típicamente 8" a 10" diámetro mínimo de extremo	ASTM D25 (pilar redondo)	UC5A, UC5B o UC5C	Marino: agua salobre o salada. (exposición/inmersión continua)	Pernos, tuercas, arandelas y clavos 316 SS o H.D.G.	2.5 pcf CCA	Pilar redondo
Arriostramiento en cruz	3" x 8"	N.º 1 Categoría marina N.º 2	UC5A, UC5B o UC5C	Marino: agua salobre o salada. (exposición/inmersión continua)	Todas las varillas roscadas o pernos para maderas 316 SS con mín. 1/4" de grosor en arandelas para muelle o mín. 1/4" de grosor por 3" x 3" de arandelas de corte	2.5 pcf CCA	S4S o rústica aserrada
Remate dividido de muros	3" x 10"	N.º 1 N.º 2	UC4B	Marino fuera del agua; salpicadura de agua salada, no en contacto con el suelo		0.60 pcf CCA	S4S o rústica aserrada
Vigas, viguetas de banda y bloqueo	2" x 10" o 3" x 10"	N.º 1 N.º 2	UC4B	Marino fuera del agua; salpicadura de agua salada, no en contacto con el suelo	Pernos, tuercas, arandelas, clavos y sujeciones/zunchos en caso de huracán 316 SS o H.D.G.	0.31 pcf CA o 0.60 pcf ACQ <sup>2</sup> 0.23 pcf µCA-C, MCA	S4S
Entablado	2" x 6"	N.º 1 o N.º 1 Prime N.º 2	UC4B	Marino fuera del agua; salpicadura de agua salada, no en contacto con el suelo	Clavos de vástago de anillo o tornillos de revestimiento 316 SS o H.D.G. (SS preferido)	0.31 pcf CA o 0.60 pcf ACQ <sup>2</sup> 0.23 pcf µCA-C, MCA	S4S
Componentes del pasamanos Baranda superior Baranda inferior Remate de la baranda Estacas Pilotes de barandas	2" x 6" 2" x 6" 2" x 10" 2" x 2" 4" x 6"	N.º 1 o N.º 1 Prime N.º 2	UC4B	Marino fuera del agua; salpicadura de agua salada, no en contacto con el suelo	Pernos, tuercas, arandelas y clavos 316 SS o H.D.G., SS o H.D.G. dependiendo de la exposición y presupuesto del proyecto	0.31 pcf CA o 0.60 pcf ACQ <sup>2</sup> 0.23 pcf µCA-C, MCA	S4S
Componentes del techo Soporte de esquina Cabezal Viguetas del techo Vigas Tableros de salpicadero	4" x 6" 4" x 10" 2" x 8" 2" x 6" 2" x 8"	N.º 1 N.º 2	UC4A	Marino fuera del agua; salpicadura de agua salada, no en contacto con el suelo	Pernos, tuercas, arandelas, clavos y correas/amarres cuando hay huracanes 316 SS o H.D.G., SS o H.D.G. dependiendo de la exposición y presupuesto del proyecto	0.31 pcf CA o 0.60 pcf ACQ <sup>2</sup> 0.23 pcf µCA-C, MCA	S4S
Pilotes de esquina (para la estructura del techo)	6" x 6" 8" x 8" o 10" x 10"	N.º 1 N.º 2	UC4A	Marino fuera del agua; salpicadura de agua salada, no en contacto con el suelo	Pernos, tuercas, arandelas y clavos 316 SS o H.D.G.	0.60 pcf CCA 0.31 pcf CA o 0.60 pcf ACQ <sup>2</sup> 0.23 pcf µCA-C, MCA	S4S o rústica aserrada
Tablillas del tejado (para brindar soporte al tejado de metal)	1" x 4" (mínimo)	N.º 1 N.º 2	UC2	Uso marino fuera del agua <sup>3</sup>	Tornillería 316 SS o H.D.G. según la recomiendan los fabricantes de techos de metal	0.018 pcf PTI 0.019 pcf EL2 (consulte la página 14) 0.14 pcf µCA-C 0.15 pcf MCA 0.17 pcf SBX	S4S

1 – En esta columna se muestran los tamaños de piezas y sirven únicamente de referencia. Están basados en las normas generales para las estructuras de embarcaderos fijos tipo comercial ligero y residencial típica. Para la seguridad, los tamaños de las piezas los debe determinar un ingeniero profesional certificado con experiencia en el diseño de este tipo de estructura.

2 – Se descubrió que el Cobre alcalino cuaternario (ACQ) es más corrosivo que otros preservantes químicos cuando está en contacto con sujetadores de metal y componentes estructurales del diseño; y es especialmente corrosivo con los sujetadores de aluminio, estructura y material del techo. Debe tener precaución al especificar ACQ como el químico de tratamiento preservante para la madera/tablonos que están en contacto con el metal.

3 – La madera para las tablillas del tejado que brindan soporte al tejado de aluminio se pueden tratar con preservantes a base de agua y de carbono (PTI, EL2) Cobre azole disperso (µCA-C), Cobre azole micronizado (MCA) o boratos a base de agua (SBX). Verifique con el fabricante de techos de metal para obtener orientación.

Abreviaturas: CCA = Arseniato de cobre cromado. CA = Cobre azole. ACQ = Cobre alcalino cuaternario. µCA-C = Cobre azole disperso MCA = Cobre azole micronizado. SS = acero inoxidable. H.D.G. = galvanizado en caliente. pcf = libras de preservante por pie cúbico de madera. SBX = Boro inorgánico.

\* La Categoría de uso puede variar con diferentes piezas dentro de la misma estructura. Consulte la Tabla 3: "Designaciones de la categoría de uso de AWPA", UC4A a UC5C, (página 6) para la Categoría de uso que aplica a la ubicación de la estructura en el lugar/ambiente del proyecto.

Los proyectos que se realizan en ambientes de agua dulce requieren menos protección contra mecanismos de descomposición destructiva; por lo tanto, estos proyectos no requieren el mismo nivel de tratamiento preservante que aquellos que se hacen en agua salobre y salada. Las piezas ubicadas sobre el nivel del agua y fuera de la zona de salpicaduras tendrán el mismo nivel de tratamiento preservante que se muestra en la Tabla 7. El mismo proceso de especificación, como se describe arriba

para el agua salobre y salada, se debe utilizar para desarrollar las especificaciones de los materiales que se utilizarán en los ambientes de agua dulce. Puede ser útil presentar la información en el formato de diagrama; consulte la Tabla 8 a continuación.

Las Tablas 9 y 10 de la página 17 pueden ser útiles para desarrollar el diseño final de un proyecto de muros de contención.

**TABLA 8: GUÍA DE ESPECIFICACIÓN PARA EL PINO DEL SUR TRATADO EN AGUA DULCE – EMBARCADEROS FIJOS**

PIEZA/UBICACIÓN	TAMAÑO DE PIEZA <sup>1</sup> (TÍPICO)	GRADO DE LA MADERA	*CATEGORÍA DE USO	CONDICIONES DE SERVICIO/ AMBIENTE DE USO	SUJETADORES COMUNES UTILIZADO EN AMBIENTES DE AGUA DULCE <sup>3</sup>	NIVEL DE CONTENCIÓN PRESERVANTE Y TRATAMIENTO	TEXTURA DE LA SUPERFICIE
Pilotaje de madera	Típicamente 7" a 8" diámetro mínimo de extremo	ASTM D25 (redondo), N.º 1, N.º 2 clasificación (cuadrado)	UC4C	Agua dulce. (exposición/inmersión continua)	Pernos, tuercas, arandelas y clavos H.D.G.	0.80 pcf CCA	Pilotes redondos o S4S, aserrado rústico (cuadrado)
Arriostramiento en cruz	2"x o 3"x grosor	N.º 1 N.º 2	UC4C	Agua dulce. (exposición/inmersión continua)	Todas las varillas roscadas o pernos para maderas H.D.G con mín. 1/4" de grosor en arandelas para muelle o mín. 1/4" de grosor por 3" x 3" de arandelas de corte	0.60 pcf CCA	S4S o rústica aserrada
Remate dividido de muros	3" x 10"	N.º 1 N.º 2	UC4C	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce; ambiente muy adverso.		0.60 pcf CCA	S4S o rústica aserrada
Vigas, viguetas de banda y bloqueo	2" x 10" o 3" x 10"	N.º 1 N.º 2	UC4B	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce; ambiente adverso.	Pernos, tuercas, arandelas, clavos y sujeciones/zunchos en caso de huracán H.D.G.	0.23 pcf µCA-C, MCA 0.60 pcf CCA 0.31 pcf CA o 0.60 pcf ACQ <sup>2</sup>	S4S
Entablado	2" x 6"	N.º 1 o N.º 1 Prime N.º 2	UC4A	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce; ambiente de bajo riesgo.	Clavos de vástago de anillo o tornillos para plataforma H.D.G. (SS preferido)	0.14 pcf µCA-C 0.15 pcf MCA 0.15 pcf CA o 0.40 pcf ACQ <sup>2</sup>	S4S
Componentes del pasamanos Baranda superior Baranda inferior Remate de la baranda Estacas Pilotes de barandas	2" x 6" 2" x 6" 2" x 10" 2" x 2" 4" x 6"	N.º 1 o N.º 1 Prime N.º 2	UC4A	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce; ambiente de bajo riesgo.	Pernos, tuercas, arandelas y clavos H.D.G.	0.14 pcf µCA-C 0.15 pcf MCA 0.15 pcf CA o 0.40 pcf ACQ <sup>2</sup>	S4S
Componentes del tejado Soporte de esquina Cabezal Viguetas del tejado Vigas Tableros de salpicadero	4" x 6" 4" x 10" 2" x 8" 2" x 6" 2" x 8"	N.º 1 N.º 2	UC4A	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce; ambiente de bajo riesgo.	Pernos, tuercas, arandelas, clavos y sujeciones/zunchos en caso de huracán H.D.G.	0.14 pcf µCA-C 0.15 pcf MCA 0.15 pcf CA o 0.40 pcf ACQ <sup>2</sup>	S4S
Pilotes de esquina (para la estructura del tejado)	6" x 6" 8" x 8" o 10" x 10"	N.º 1 N.º 2	UC4A	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce; ambiente de bajo riesgo.	Pernos, tuercas, arandelas y clavos H.D.G.	0.14 pcf µCA-C 0.15 pcf MCA 0.15 pcf CA o 0.40 pcf ACQ <sup>2</sup>	S4S o rústica aserrada
Tablillas del tejado (para brindar soporte al tejado de metal)	1" x 4" (mínimo)	N.º 1 N.º 2	UC2	Uso marino fuera del agua <sup>3</sup>	Tornillería 316 SS o H.D.G. según la recomienda el fabricante de techos de metal	0.05 pcf µCA-C 0.06 pcf MCA 0.018 pcf PTI 0.019 pcf EL2 (consulte la página 14) 0.17 pcf SBX	S4S

1 – En esta columna se muestran los tamaños de piezas y sirven únicamente de referencia. Están basados en las normas generales para las estructuras de embarcaderos fijos tipo comercial ligero y residencial típica. Para la seguridad, los tamaños de las piezas los debe determinar un ingeniero profesional certificado con experiencia en el diseño de este tipo de estructura.

2 – Se descubrió que el Cobre alcalino cuaternario (ACQ) es más corrosivo que otros preservantes químicos cuando está en contacto con sujetadores de metal y componentes estructurales del diseño; y es especialmente corrosivo con los sujetadores de aluminio, estructura y material del tejado. Debe tener precaución al especificar ACQ como el químico de tratamiento preservante para la madera/tabloncillos que están en contacto con el metal.

3 – La madera para las tablillas del tejado que brindan soporte al tejado de aluminio se pueden tratar con preservantes a base de agua y de carbono (PTI, EL2) Cobre azole disperso (µCA-C), Cobre azole micronizado (MCA) o boratos a base de agua (SBX). Verifique con el fabricante de tejados de metal para obtener orientación.

**Nota sobre el sujetador:** los sujetadores H.D.G. son el valor mínimo recomendado para los proyectos que se realizan en agua dulce o ligeramente salobre para brindar resistencia contra la corrosión; sin embargo, a discreción del propietario/diseñador, también se puede utilizar acero inoxidable (304 o 316).

**Abreviaturas:** CCA = Arseniato de cobre cromado. CA = Cobre azole. ACQ = Cobre alcalino cuaternario. µCA-C = Cobre azole disperso MCA = Cobre azole micronizado. SS = acero inoxidable. H.D.G. = galvanizado en caliente. pcf = libras de preservante por pie cúbico de madera. SBX = Boro inorgánico

\* La Categoría de uso puede variar con diferentes piezas dentro de la misma estructura. Consulte la Tabla 3: "Designaciones de la categoría de uso de AWPA", UC4A a UC5C, (página 6) para la Categoría de uso que aplica a la ubicación de la estructura en el lugar/ambiente del proyecto.

**TABLA 9: GUÍA DE ESPECIFICACIÓN PARA LOS MUROS DE CONTENCIÓN DE PINO DEL SUR TRATADO – AGUA SALOBRE Y SALADA**

PIEZA/UBICACIÓN	TAMAÑO DE PIEZA <sup>1</sup> (TÍPICO)	GRADO DE LA MADERA	*CATEGORÍA DE USO	CONDICIONES DE SERVICIO/ AMBIENTE DE USO	SUJETADORES COMUNES UTILIZADO EN AMBIENTES DE AGUA SALADA	NIVEL DE CONTENCIÓN PRESERVANTE Y TRATAMIENTO	TEXTURA DE LA SUPERFICIE
Pilotaje de superficie de madera	Comúnmente de diámetro de extremo de 8" a 10"	ASTM D25 (pilotes redondos)	UC5A, UC5B o UC5C	Marino: Agua salada o salobre (exposición/inmersión continua)	En ambientes de agua salada y salobre, el acero H.D.G. comúnmente se utiliza para la tornillería de sujeción para la construcción de muros de contención de madera: tornillos pasantes, tuercas, arandelas, placas de soporte, arandelas ojivales, tensores y clavos. La resistencia adicional a la corrosión y la vida de servicio prolongada se puede lograr al recubrir los sujetadores expuestos con epóxido de alquitrán de carbón después de la instalación.  Adicionalmente, los sujetadores de acero inoxidable (tipo 316 o 304) se pueden utilizar para mejorar la resistencia a la corrosión y prolongar la vida de servicio. Sin embargo, el acero inoxidable puede ser costoso para algunos propietarios.	2.5 pcf CCA	Pilar redondo
Viga del trancañil	6" x 6"	N.º 1 Clasificación marina N.º 2	UC5A, UC5B o UC5C	Marina: Agua salada o salobre (exposición/inmersión continua)		2.5 pcf CCA	S4S o rústica aserrada
Tablestacas (laminado)	3" x 10"	N.º 1 clasificación marina o clase "Seawall" N.º 2	UC5A, UC5B o UC5C	Marina: Agua salada o salobre (exposición/inmersión continua)		2.5 pcf CCA	Sloppy-V tongue & groove o square tongue & groove
<b>Componentes de remates de los muros de contención:</b> Viga/baranda de soporte (delantero) Barra/baranda de soporte (trasero) Entablado/Remate	2" x 6", 2" x 8", o 3" x 8", 3" x 10" piezas	N.º 1 o N.º 1 Prime N.º 2	UC4B	Marino fuera del agua; salpicadura de agua salada, no en contacto con el suelo		2x6: 0.31 pcf CA 0.60 pcf ACQ2  2x8 y más grande: 0.60 pcf CCA	S4S

1 – En esta columna se muestran los tamaños de piezas y sirven únicamente de referencia. Estos se basan en los tamaños de piezas comúnmente utilizados para las estructuras de muros de contención comunes con una altura expuesta de 5 pies a 10 pies. Para la seguridad, los tamaños de las piezas los debe determinar un ingeniero profesional certificado con experiencia en el diseño de este tipo de estructura.

Abreviaturas: CCA = Arseniato de cobre cromado. SS = acero inoxidable. H.D.G. = galvanizado en caliente. pcf = libras de preservante por pie cúbico de madera.

\* La Categoría de uso puede variar con diferentes piezas dentro de la misma estructura. Consulte la Tabla 3: "Designaciones de la categoría de uso de AWPA", UC4A a UC5C, (página 6) para la Categoría de uso que aplica a la ubicación de la estructura en el lugar/ambiente del proyecto.

**TABLA 10: GUÍA DE ESPECIFICACIÓN PARA LOS MUROS DE CONTENCIÓN DE PINO DEL SUR TRATADO – AGUA DULCE Y CUENCAS DE RETENCIÓN**

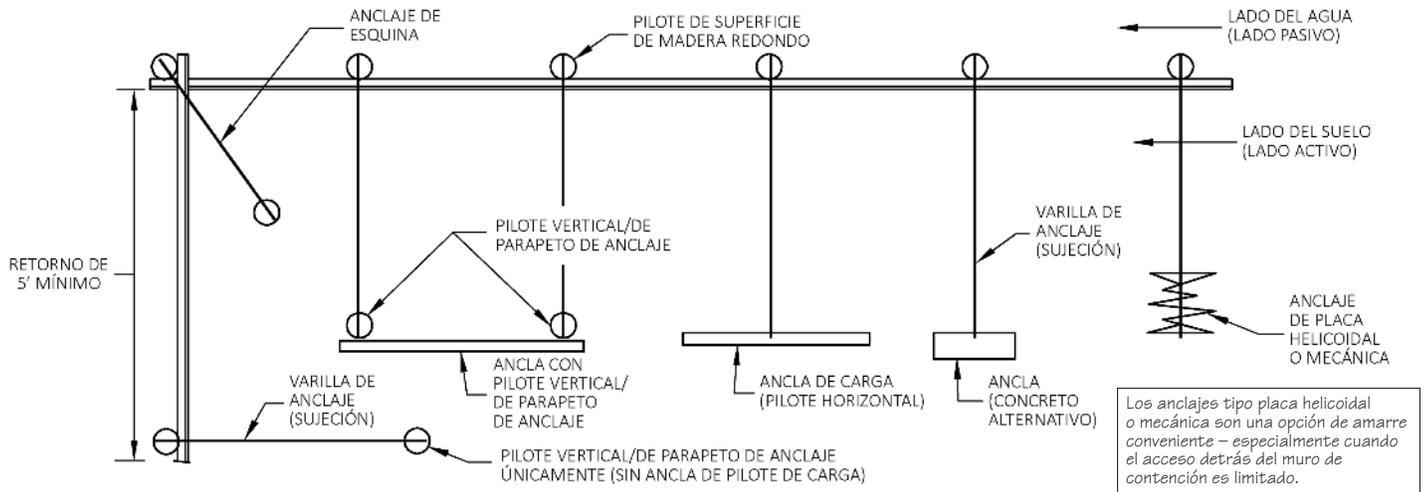
PIEZA/UBICACIÓN	TAMAÑO DE PIEZA <sup>1</sup> (TÍPICO)	GRADO DE LA MADERA	*CATEGORÍA DE USO	CONDICIONES DE SERVICIO/ AMBIENTE DE USO	SUJETADORES COMUNES UTILIZADO EN AMBIENTES DE AGUA DULCE	NIVEL DE CONTENCIÓN PRESERVANTE Y TRATAMIENTO	TEXTURA DE LA SUPERFICIE
Pilotaje de superficie de madera	Comúnmente diámetro de de extremo de 8"	ASTM D25 (pilotes redondos)	UC4C	Agua dulce (exposición/inmersión continua)	El acero H.D.G. comúnmente se utiliza para la tornillería de sujeción para la construcción de muros de contención de madera: tornillos pasantes, tuercas, arandelas, placas de soporte, arandelas ojivales, tensores y clavos. La resistencia adicional a la corrosión y la vida de servicio prolongada se puede lograr al recubrir los sujetadores expuestos con epóxido de alquitrán de carbón después de la instalación.	0.80 CCA 0.41 CA	Pilar redondo
	6" x 6" o 8" x 8"	N.º 1 (pilotes cuadrados) N.º 2				0.60 pcf CCA, 0.60 pcf ACQ o 0.31 pcf CA	S4S o madera aserrada rústica (pilotes cuadrados)
Viga del trancañil	4" x 6" 6" x 6" o 8" x 8"	N.º 1 N.º 2	UC4C	Agua dulce (exposición/inmersión continua)		0.60 pcf CCA, 0.60 pcf ACQ o 0.31 pcf CA	S4S o rústica aserrada
Tablestacas (laminado)	3" x 10"	N.º 1 N.º 2	UC4C	Agua dulce (exposición/inmersión continua)		0.60 pcf CCA, 0.60 pcf ACQ o 0.31 pcf CA	Sloppy-V tongue & groove o square tongue & groove
<b>Componentes de remates de los muros de contención:</b> Viga/baranda de soporte (delantero) Barra/baranda de soporte (trasero) Entablado/Remate	2" x 6", 2" x 8", o 3" x 8", 3" x 10" piezas	N.º 1 o N.º 1 Prime N.º 2	UC4A	Exterior, contacto con el suelo o agua dulce; ambiente de bajo riesgo.	0.14 pcf µCA-C 0.15 pcf MCA 0.40 pcf ACQ, o 0.15 pcf CA	S4S	

1 – En esta columna se muestran los tamaños de piezas y sirven únicamente de referencia. Estos se basan en los tamaños de piezas comúnmente utilizados para las estructuras de muros de contención comunes con una altura expuesta de 5 pies a 10 pies. Para la seguridad, los tamaños de las piezas los debe determinar un ingeniero profesional certificado con experiencia en el diseño de este tipo de estructura.

Abreviaturas: CCA = Arseniato de cobre cromado. CA = Cobre azole. ACQ = Cobre alcalino cuaternario. µCA-C = Cobre azole disperso MCA = Cobre azole micronizado. SS = acero inoxidable. H.D.G. = galvanizado en caliente. pcf = libras de preservante por pie cúbico de madera.

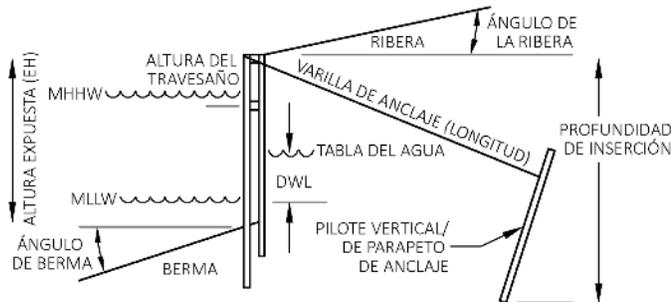
\* La Categoría de uso puede variar con diferentes piezas dentro de la misma estructura. Consulte la Tabla 3: "Designaciones de la categoría de uso de AWPA", UC4A a UC5C, (página 6) para la Categoría de uso que aplica a la ubicación de la estructura en el lugar/ambiente del proyecto.

# MUROS DE CONTENCIÓN DE AGUA SALOBRE/SALADA – USO DE PILOTES REDONDOS



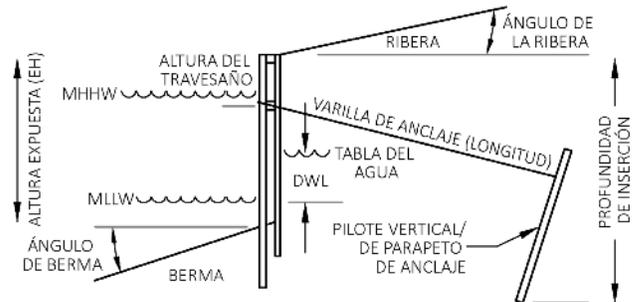
## OPCIONES DEL SISTEMA DE ANCLAJE COMUNES (VISTA DE PLANO)

VEA LAS SIGUIENTES FOTOS



### Anclaje individual en la parte superior para los muros de contención bajos

Los anclajes individuales que se encuentran en la parte superior de los muros de contención con poca altura expuesta (tres pies y menos) solo se deben utilizar en aplicaciones residenciales donde las cargas son pequeñas y no hay sobrecarga.



### Anclaje individual de altura intermedia

Los sistemas de anclaje individual, de altura intermedia son los más comunes y tal vez los sistemas de anclaje más prácticos para las alturas expuestas de cuatro a ocho pies. Los anclajes siempre se conectarán con los pilotes de superficie.

## LAS OPCIONES DEL SISTEMA DE ANCLAJE DE MURO DE CONTENCIÓN (Vistas de sección)

VEA LAS SIGUIENTES FOTOS

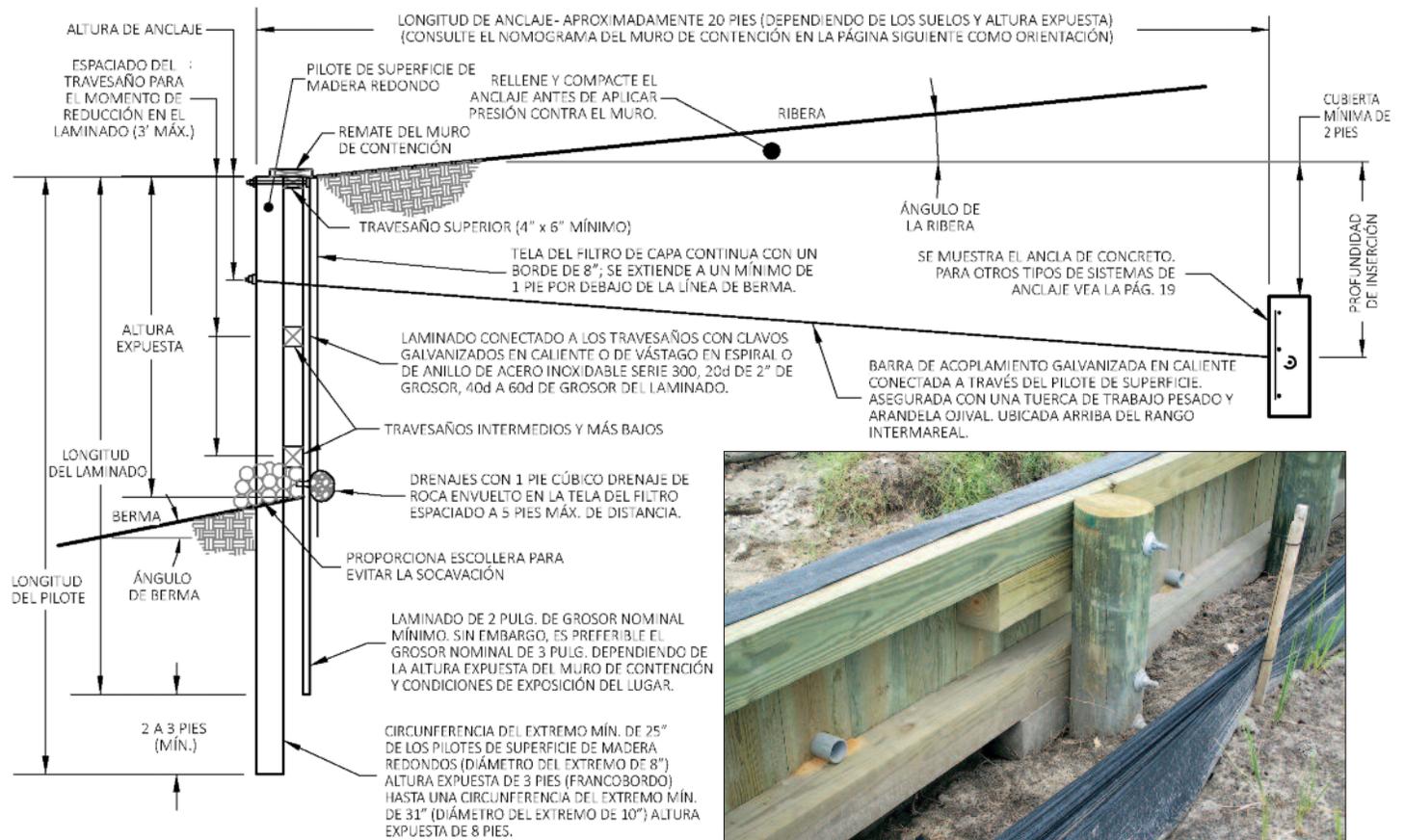
**NOTA:** Los pilotes de anclaje horizontales y verticales los debe ubicar el ingeniero de diseño para que queden detrás del plano de fallas del suelo activo, que depende del tipo de suelo y altura expuesta del muro de contención. Como una norma general, las anclas y los pilotes de anclaje generalmente se ubican en el rango de

por lo menos 20 pies detrás del muro de contención – que es casi dos veces la altura expuesta del muro de contención. Esto lo debe verificar un profesional en diseño.



# MURO DE CONTENCIÓN PASANTE DE SECCIÓN TÍPICA

## APLICACIÓN PARA AGUA SALOBRE Y SALADA (SIN ESCALA)



**NOTA:** Si es posible, brinde una escollera de protección en la base del muro de contención para evitar que ocurra erosión y socavación de convergencia.



### NOTAS SOBRE EL MURO DE CONTENCIÓN (AGUA SALOBRE/SALADA)

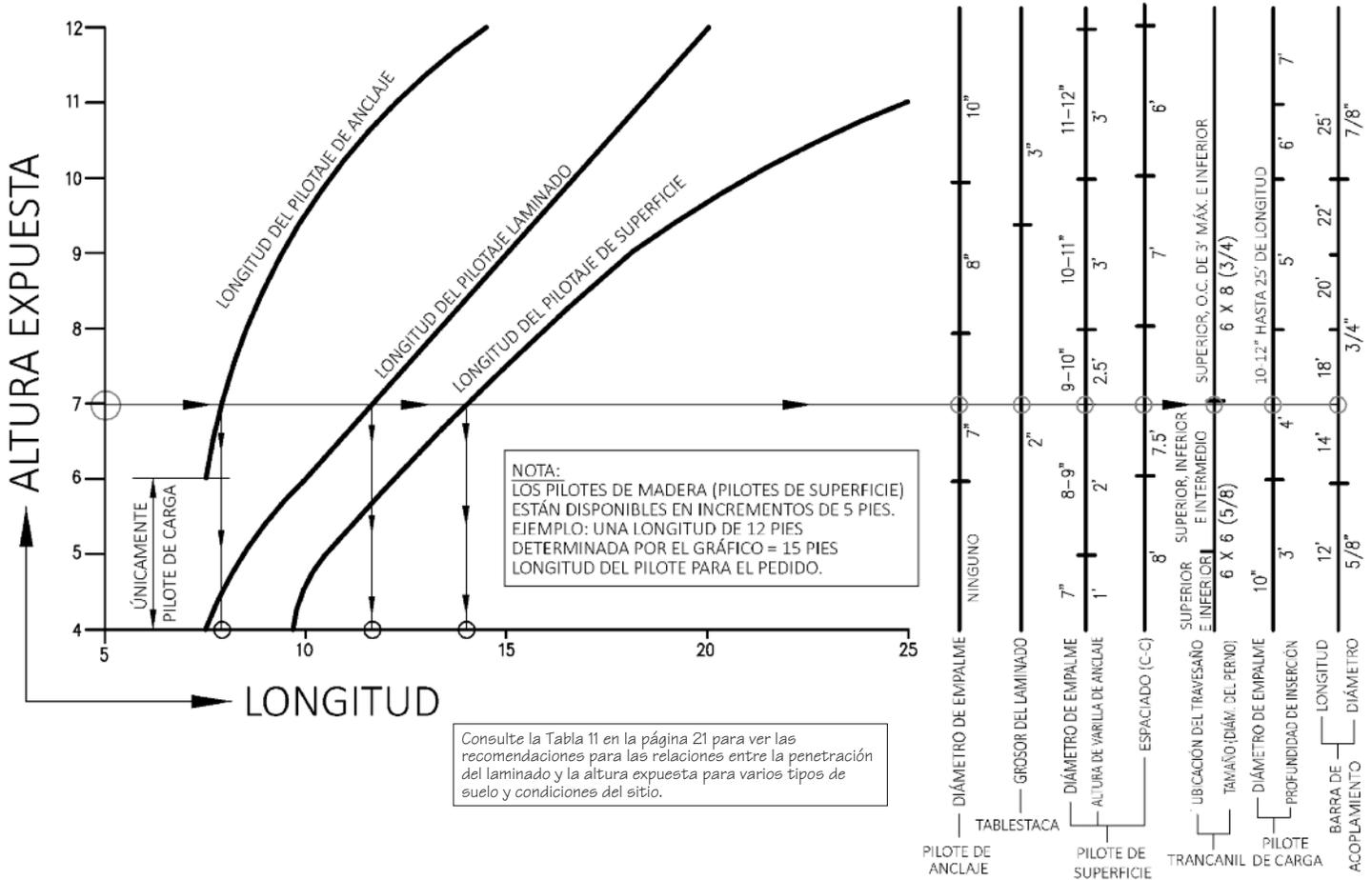
1. Toda la madera debe ser Pino del sur de grado Marine y debe tener un tratamiento con preservante de acuerdo con el Sistema de categoría de uso (UCS) 5A de Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA).
2. Todos los pilotes de superficie y de anclaje utilizados en la construcción se deben especificar por medio de la circunferencia del extremo (o diámetro) de acuerdo con las especificaciones del estándar D25 de ASTM. El tratamiento preservante debe estar de acuerdo con AWPA UCS 5A, 5B o 5C.
3. El laminado de la madera (grado "Seawall" N.º 1 o N.º 2, grado Marine N.º 1 o N.º 2) debe ser sloppy-V o square tongue and groove. Sloppy-V tongue and groove es el machihembrado típico especificado para el laminado de muro de contención de madera. Consulte la página 4.
4. Todos los sujetadores y las varillas deben ser galvanizadas en caliente según ASTM A-153 con 2 onzas de zinc por pie cuadrado o deben ser resistentes a la corrosión (recubiertos con bitumastic o acero inoxidable serie 300).
5. El relleno debe ser de un material con buen drenaje, limpio y granular (arena).
6. Los agujeros de drenaje de diámetro de 1 1/2" como mínimo con tela de filtro y material del filtro de grava (1 pie cúbico) se deben instalar en un máximo de 5 pies en el centro de aproximadamente 6 pulgadas por encima de la línea de berma o a aproximadamente 6 pulgadas por encima del nivel promedio de marea baja (MLW). Los agujeros de drenaje en las áreas de acción del oleaje también requerirán protección en el punto de desagüe.
7. Se deben construir retornos (muros laterales) en los extremos de todos los muros de contención para evitar la posibilidad de flanqueo (socavación alrededor del extremo). Además, instale la escollera en el punto de convergencia y en el extremo del retorno (muro lateral).
8. Todos los cortes, agujeros y daño en la superficie de la madera tratada se deben proteger con un tratamiento de campo con naftenato de cobre (o producto igual) de acuerdo con AWPA P8-11 (o edición más reciente) y deben estar recubiertos con un sellador marino.
9. Todos los productos de madera tratados se deben manejar y fabricar para el campo de acuerdo con el estándar AWPA M4-11 (o edición más reciente) para el cuidado de los productos de madera tratados con preservantes.

# NOMOGRAMA DE DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN (berma plana, ribera plana, suelo arenoso)

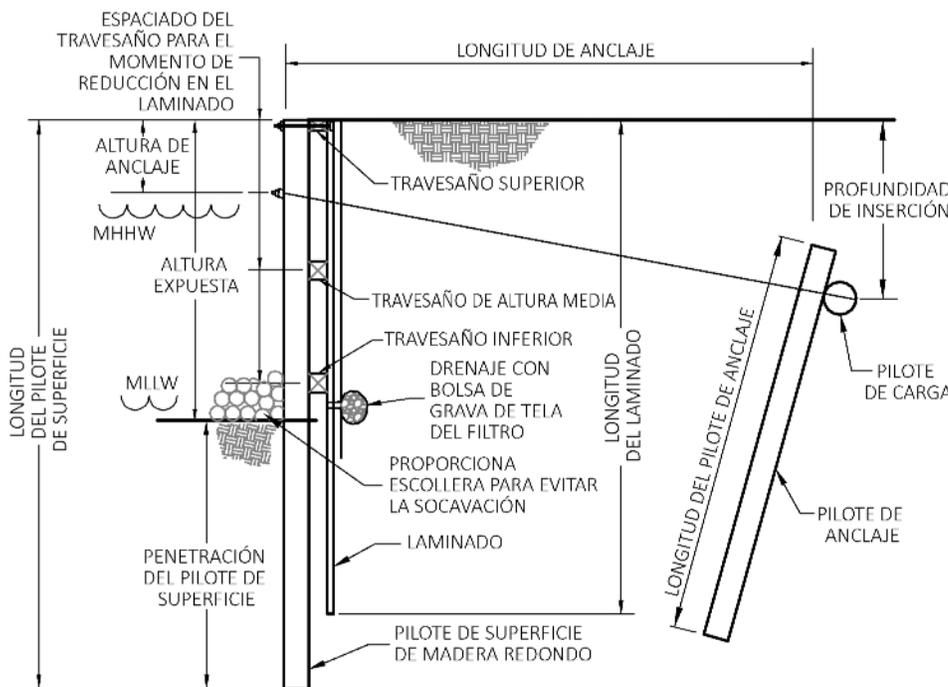
## Procedimiento para el uso del nomograma:

Dibuje una línea horizontal desde la altura expuesta del muro de contención en el ancho completo del nomograma como se muestra en el siguiente ejemplo.

Dibuje líneas verticales desde los puntos de intersección en los gráficos (anclaje, pilotes laminados y de superficie hacia abajo en dirección a la línea de longitud).



## TERMINOLOGÍA COMÚN SOBRE MUROS DE CONTENCIÓN (SIN ESCALA)



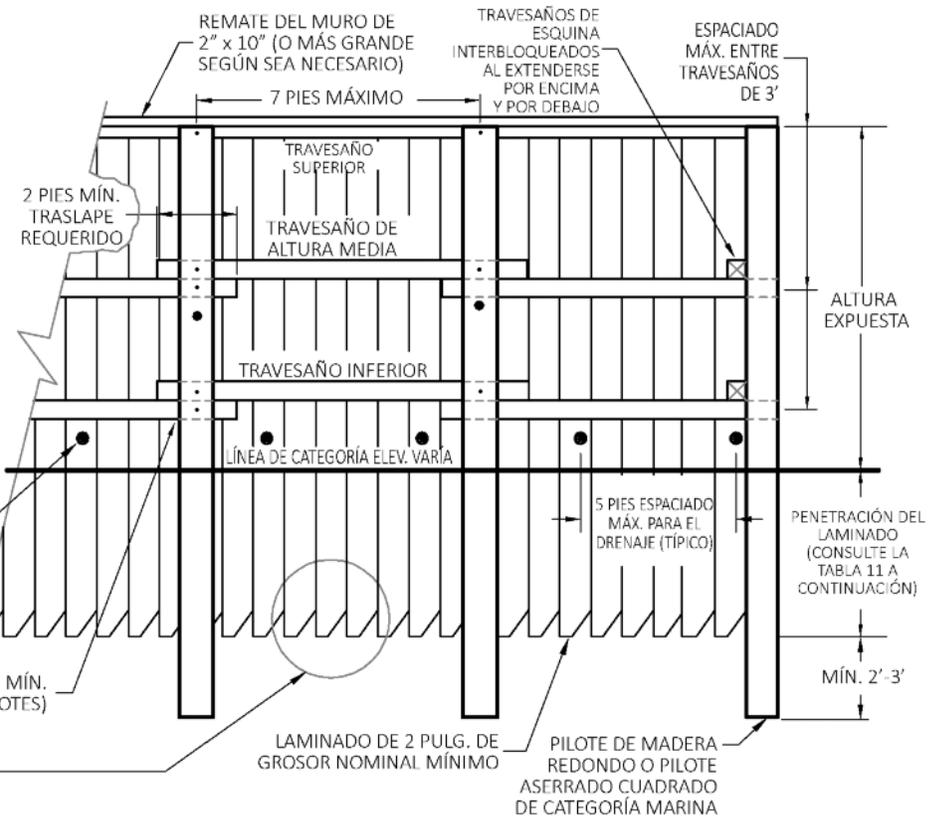
### Ejemplo de nomograma:

Para un muro de contención de altura expuesta de 7 pies en buen suelo granular con un ángulo de berma plano (0 grados) y un ángulo de la ribera plano (0 grados) un diseño de prueba produciría:

#### Solución:

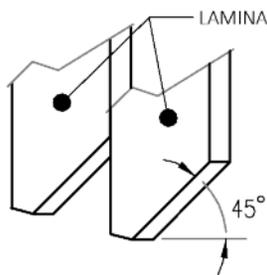
- Longitud del pilote de anclaje = 8'
- Grosor del laminado = 2"
- Longitud de la tablestaca = 12'
- Longitud del pilote de superficie = 14'
- Diámetro de empalme del pilote de anclaje = 7"
- Diámetro de empalme del pilote de superficie = 9-10"
- Ubicación del anclaje = 2.5'
- Espaciado del anclaje = 7.5'
- Diseño del travesaño:
  - Travesaño superior 6x8 (pernos de 3/4)
  - Travesaño intermedio 6x8 (pernos de 3/4)
  - Travesaño inferior 6x8 (pernos de 3/4)
- Diámetro de empalme del pilote de carga = 10"
- Diámetro de profundidad del pilote de carga = 4"
- Barra de acoplamiento = 3/4" de diámetro 18' de largo

# ELEVACIÓN TÍPICA – MUROS DE CONTENCIÓN DE MADERA



NOTA: Si es posible, brinde una escollera de protección en la base del muro de contención para evitar que ocurra erosión y socavación de convergencia.

DRENAJE A UN MÁXIMO DE 5 PIES ESPACIADO (TÍPICO)



LAMINADO DE MADERA

TRAVESAÑOS DE BORDE MÍN. 2 PIES (CADA DOS PILOTES)

LAMINADO DE 2 PULG. DE GROSOR NOMINAL MÍNIMO

PILOTE DE MADERA REDONDO O PILOTE ASERRADO CUADRADO DE CATEGORÍA MARINA

## TIPOS DE TABLESTACAS

Los muros de contención deben estar tan estrechos y libres de rajaduras como sea posible. Se recomienda utilizar las uniones de lengüeta y ranura (como se muestra a continuación).



Nota del laminado "A": El perfil de lengüeta debe ajustarse holgadamente en la ranura – además la lengüeta debe tener 3/4" de largo para un laminado con 2" de grosor (nominal) y 1" de largo para un laminado de 3" y 4" de grosor (nominal).



**TABLA 11: PENETRACIÓN DEL LAMINADO COMÚN: PARA MADERA DE 2 PULGADAS DE GROSOR (RELACIÓN ENTRE LA LONGITUD TOTAL DE LAMINADO Y LA ALTURA EXPUESTA)**

	Material de berma								
	Arcilla/arena Berma			Arena Berma			Arena firme Berma		
Ribera	0	10	15	0	10	15	0	10	15
Ribera 10°	1.8	2.1	2.4	1.7	1.9	2.5	1.5	1.7	2.0
10	1.9	2.2	2.5	1.7	2.0	2.8	1.6	1.7	2.1
20				1.8	2.2	3.2	1.6	1.8	2.3

NOTA: No asume ninguna sobrecarga ni anclaje adecuado

Ejemplo: Con un ángulo de la ribera de 10°, el ángulo de berma de 10° y una altura expuesta de 5 pies en un material de arena, la longitud del laminado sería de 5.0' x 2.0 (relación) = 10 pies.

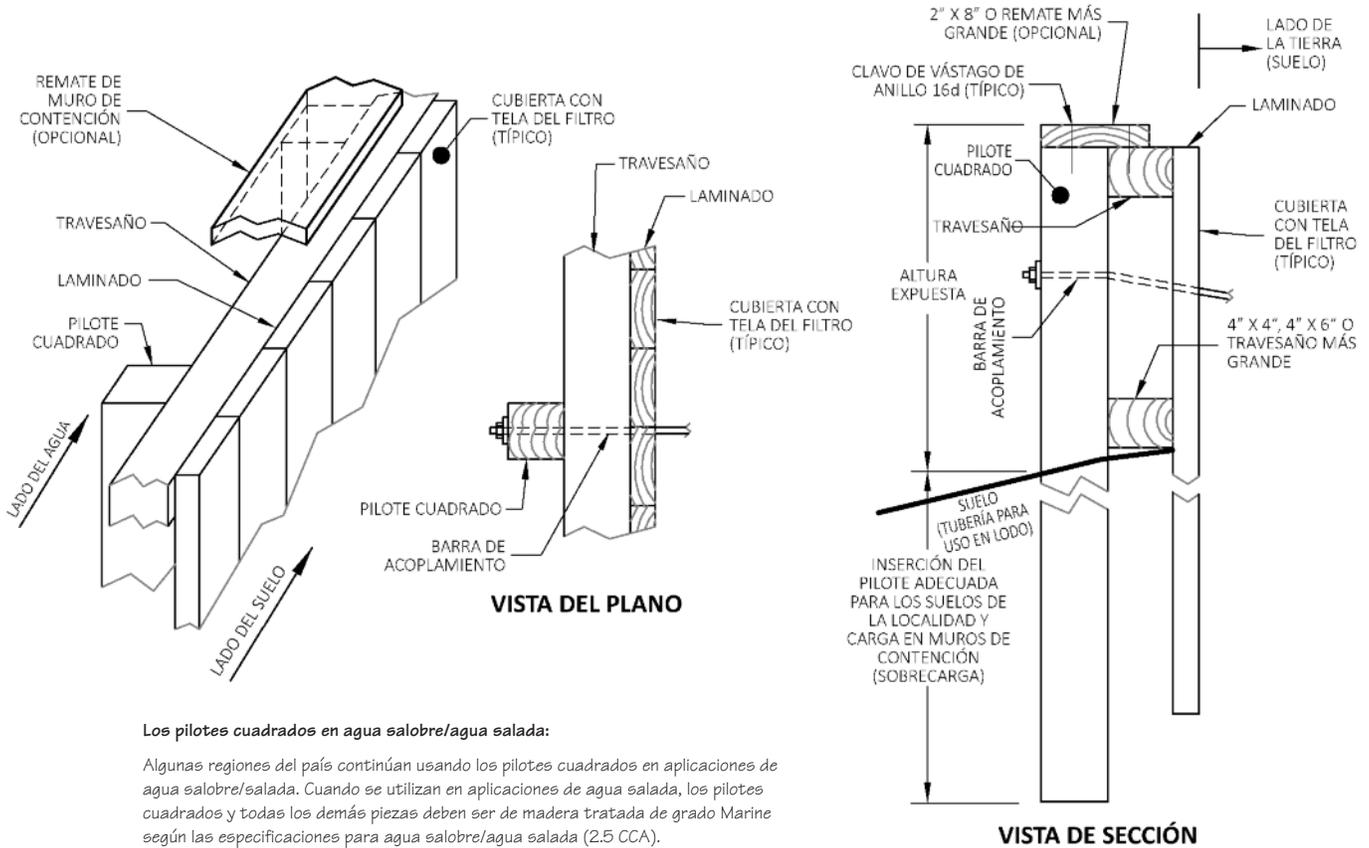
Siempre cubra el lado posterior (suelo) con una capa continua de tela del filtro. Traslape mínimo de 8 pulgadas en los bordes. La tela del filtro se debe extender a un mínimo de un pie por debajo de la línea de berma.



# MUROS DE CONTENCIÓN EN AGUA DULCE Y CUENCAS DE RETENCIÓN – USO DE PILOTES CUADRADOS

Los pilotes cuadrados de 6" x 6" y tamaños nominales de 8" x 8" se han utilizado con éxito por muchos años en las aplicaciones de muros de contención en agua dulce. Los pilotes cuadrados de más de 20 pies de largo están disponibles por pedido especial pero las alturas expuestas, por lo general, se limitan a 8 pies y menos. El diseño y la colocación de los travesaños, pilotes de superficie y tablestacas son similares a los de los muros de contención para agua salobre/salada. Las modificaciones al diseño las debe realizar un profesional en

diseño que conozca los códigos y las condiciones de la localidad. Como el uso de agua salobre/salada, el laminado debe tener un grosor nominal de 2"; sin embargo, el grosor nominal de 3" puede ser necesario – dependiendo de las condiciones del sitio y altura expuesta. El laminado también es para la lengüeta y ranura. El espaciado entre los travesaños no debe exceder de 3 pies.



### Los pilotes cuadrados en agua salobre/agua salada:

Algunas regiones del país continúan usando los pilotes cuadrados en aplicaciones de agua salobre/salada. Cuando se utilizan en aplicaciones de agua salada, los pilotes cuadrados y todas las demás piezas deben ser de madera tratada de grado Marine según las especificaciones para agua salobre/agua salada (2.5 CCA).



# EMBARCADEROS FIJOS

Los embarcaderos fijos tienen un historial extenso y exitoso de proporcionar acceso al agua para los propietarios de terrenos en la costa y frente al mar. Los embarcaderos fijos se utilizan para el acceso por bote donde las fluctuaciones en el nivel del agua para el período de navegación activa (generalmente durante el verano) son mínimas (0 a 3 pies). Donde los períodos de navegación activa exceden de tres pies por el cambio en el nivel del agua, la elección de las estructuras para el acceso por bote generalmente son los sistemas de muelle flotante. Sin embargo, incluso en los sistemas de muelle flotante, los embarcaderos fijos se utilizan con frecuencia para cruzar áreas superficiales o de humedal y llegar al sistema de muelle flotante ubicado en aguas más profundas. Consulte las páginas 30-31 para ver los detalles del diseño del muelle flotante común.

Para los sistemas de embarcadero fijo residencial, un tramo del pilote de 8 a 10 pies es común. El ancho normal de los pilotes residenciales es de cuatro a seis pies. Por lo tanto, los tamaños comunes (el área entre los pilotes y los segmentos adyacentes) del segmento son 4'x8', 4'x10', 6'x8' y 6'x10'. Una capacidad de carga vertical mínima sugerida para los embarcaderos fijos de uso residencial es de 50 libras por pie cuadrado (psf) del área de entablado. Con base en esta suposición, el siguiente diagrama, por lo general, brindará los valores tradicionales de inserción del pilote para los tipos de suelo comunes que se muestran.



NOTA: El espaciado entre los postes/barandas intermedias se establece en 3'-3/4" (máx.) para cumplir con el requisito del Código internacional de construcción (IBC) de que una esfera de 4" no debe pasar a través de las aberturas.

## ELEVACIÓN COMÚN DEL EMBARCADERO

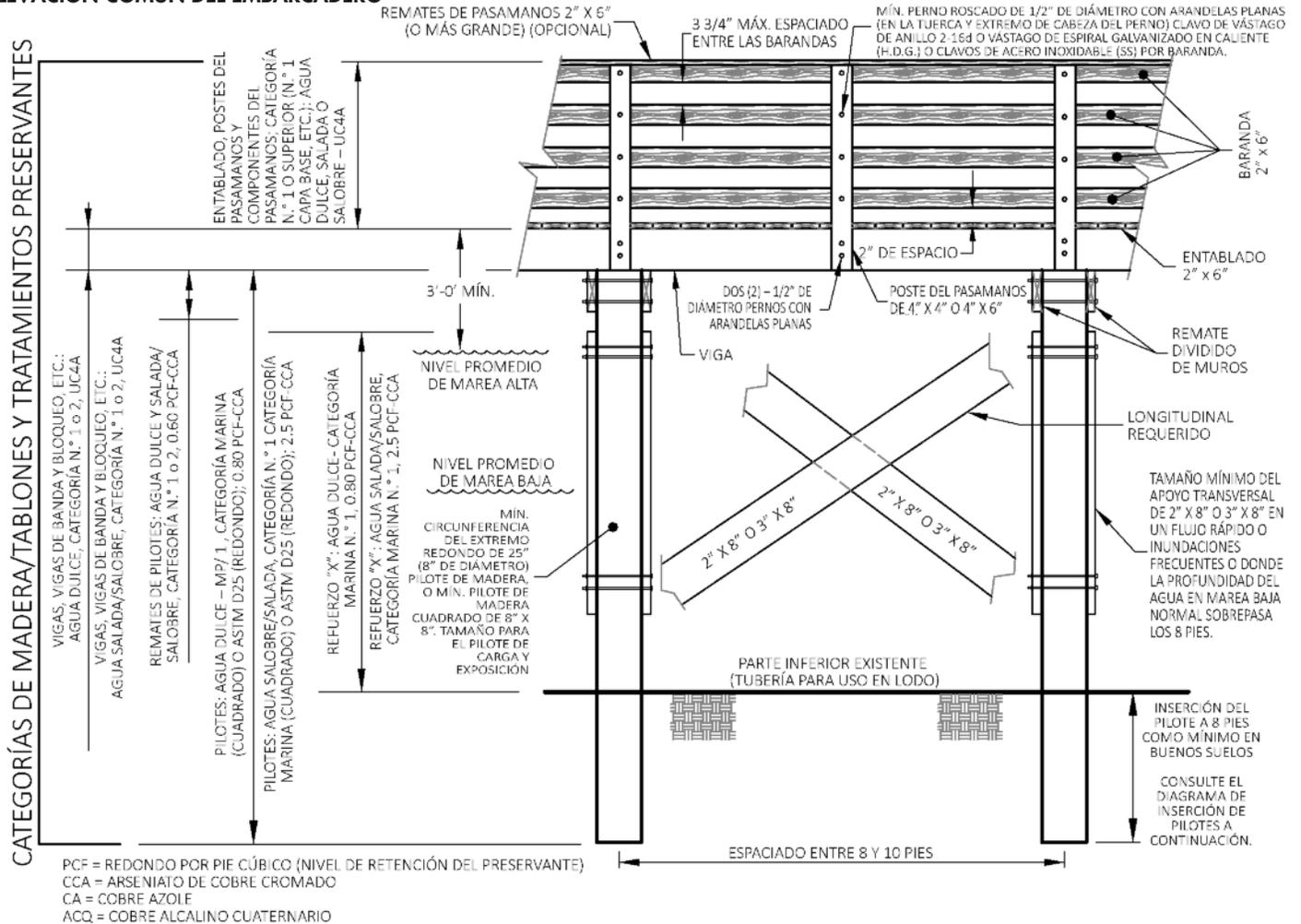


DIAGRAMA DE INSERCIÓN DEL PLOTE

CIRCUNFERENCIA DEL TAMAÑO DEL PLOTE (DIÁMETRO DEL EXTREMO)	25"	31"	8"x8"
	(extremo de 8")	(extremo de 10")	Aserrado cuadrado
Tipo de suelo	Profundidad de inserción (pies)		
Arena densa mediana	8	8	8
Arena suelta	12	9	10
Arcilla medianamente rígida	8	8	8
Arcilla suave	8	8	8

### NOTAS SOBRE EL PLOTE

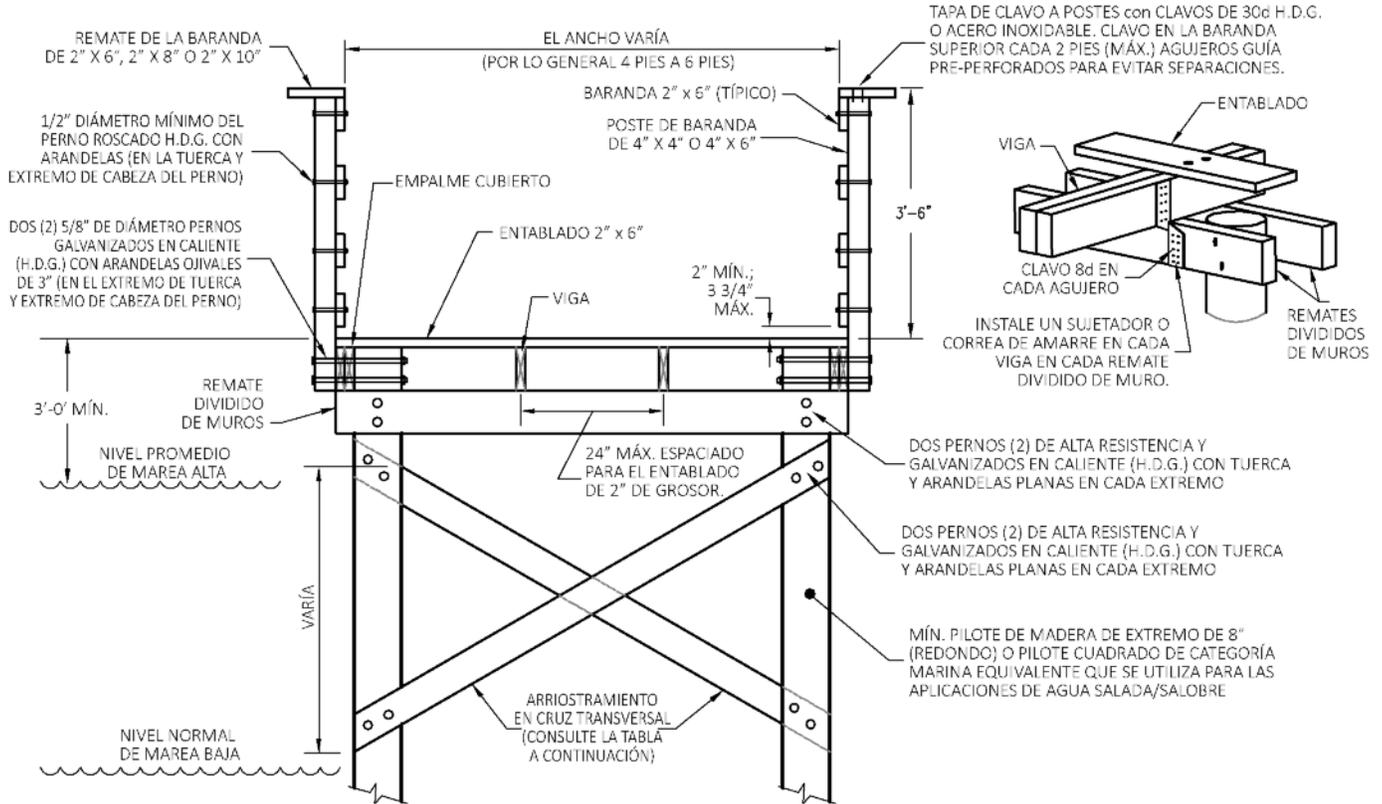
- Especifique, ordene e instale los pilotes para ver la longitud real. No corte los pilotes largos ni utilice cortes de pilote para pilotes más cortos. (pilotes de madera disponibles en incrementos de 5 pies).
- Los pilotes se deben acondicionar según la categoría, moviéndose de los primeros dos pies de inserción para poder obtener la alineación correcta.
- Los pilotes se deben acondicionar en posición vertical (plomada).

# REFUERZO Y REMATES DE MUROS

El arriostramiento transversal (arriostramiento en cruz) de los pilotes se recomienda para las aguas que se mueven con rapidez o donde hay inundaciones frecuentes o donde la profundidad del agua sobrepasa los ocho pies. El arriostramiento transversal, cuando se requiere, generalmente son piezas de 2"x6" o 2"x8" para las aplicaciones en agua dulce o en exposiciones a un ambiente moderado o protegido – o piezas de 3"x8" para aplicaciones marinas (agua

salobre/salada) o exposiciones a ambientes adversos. Para los pilotes cuadrados de 8"x8" (agua dulce o salobre/salada) siempre se deben considerar el uso de arriostramiento en cruz debido a la falta de resistencia lateral en los pilotes de 8"x8". La combinación de los remates de muros y el sistema de vigas forma la parte de la estructura que lleva la carga directa del entablado (se asume 50 psf), más el peso muerto, hacia los pilotes y el suelo.

## EMBARCADERO FIJO DE SECCIÓN COMÚN



El siguiente diagrama proporciona las recomendaciones para la selección de los tamaños mínimos de los remates divididos de muros, arriostramiento en cruz, vigas y el tamaño de los conectores:

AGUA DULCE Y AMBIENTES PROTEGIDOS, DE EXPOSICIÓN MODERADA			
Tamaño del segmento (WxL)	Tamaño del arriostramiento en cruz (1, 3) (conectores)	Tamaño del remate dividido de muros (conectores)	Tamaño de la viga (2, 3, 5) (conectores)
4'x8'	2"x6" (dos pernos de (2)-5/8" de diámetro)	2"x8" (dos pernos de (2)-5/8" de diámetro)	2"x8" (clavo de convergencia / H.S.)
4'x10'	2"x6" (dos pernos de (2)-5/8" de diámetro)	2"x8" (dos pernos de (2)-3/4" de diámetro)	2"x8" (clavo de convergencia / H.S.)
6'x8'	2"x8" (dos pernos de (2)-3/4" de diámetro)	2"x8" (dos pernos de (2)-5/8" de diámetro)	2"x8" (clavo de convergencia / H.S.)
6'x10'	2"x8" (dos pernos de (2)-7/8" de diámetro)	2"x8" (dos pernos de (2)-3/4" de diámetro)	2"x8" (clavo de convergencia / H.S.)
AGUA SALOBRE/SALADA O AMBIENTES DE EXPOSICIÓN ADVERSOS			
Tamaño del segmento (WxL)	Tamaño del arriostramiento en cruz (1, 4) (conectores)	Tamaño del remate dividido de muros (conectores)	Tamaño de la viga (2, 4, 5) (conectores)
4'x8'	3"x6" (dos pernos de (2)-3/4" de diámetro)	2"x8" (dos pernos de (2)-3/4" de diámetro)	2"x8" (clavo de convergencia / H.S.)
4'x10'	3"x8" (dos pernos de (2)-3/4" de diámetro)	3"x8" (dos pernos de (2)-3/4" de diámetro)	2"x8" (clavo de convergencia / H.S.)
6'x8'	3"x8" (dos pernos de (2)-3/4" de diámetro)	3"x8" (dos pernos de (2)-3/4" de diámetro)	2"x8" (clavo de convergencia / H.S.)
6'x10'	3"x8" (dos pernos de (2)-1" de diámetro)	3"x10" (dos pernos de (2)-1" de diámetro)	2"x8" (clavo de convergencia / H.S.)

- Utilice las arandelas ojivales en el lado de la cabeza del perno con una arandela de corte de 4"x4"x1/4" o arandela ojival en el lado de la tuercas.
- Vigas de clavo de convergencia a los remates divididos de muros con clavos de vástago de anillo de 2-16d y uso de zunchos en caso de huracán (H.S.) además de los clavos de convergencia en áreas propensas a los huracanes, inundaciones o tornados.
- Los sujetadores galvanizados en caliente (H.D.G.) recomendados para el uso en agua dulce/levemente salobre. Sujetadores recubiertos con epóxido de alquitrán de carbón que brindan mayor protección.
- Utilice sujetadores galvanizados en caliente (H.D.G.) como mínimo para las aplicaciones de agua salobre/salada. Sujetadores recubiertos con epóxido de alquitrán de carbón que brindan mayor protección. El acero inoxidable (SS) tipo 316 se recomienda enfáticamente para las aplicaciones de exposición al agua salada – especialmente para los sujetadores ubicados en la zona intermareal.
- Se pueden utilizar piezas de grosor nominal de 3" si se desea una mayor durabilidad/longevidad.

# SELECCIÓN DE ENTABLADO Y LINEAMIENTOS DE SUJECIÓN

Las características visuales más obvias de un embarcadero fijo completo son el entarimado y los pasamanos. Las categorías de madera superiores: La Prime N.º 1 y N.º 1 brindan excelente rendimiento estructural con imperfecciones mínimas visuales. Los clavos o tornillos del entablado que se alinean cuidadosamente y se instalan de manera adecuada crean un patrón auxiliar muy atractivo. Los agujeros de guía previamente perforados para los clavos o tornillos ayudan a evitar la separación.

El entablado de 1-1/2" de grosor se debe sujetar a las vigas con al menos dos clavos de vástago de anillo o vástago en espiral de (2) 3-1/4" (12d) o tornillos del entablado para varios propósitos. Todos los sujetadores deben ser galvanizados en caliente (H.D.G.) o de acero inoxidable (serie 300) o deben estar especialmente recubiertos para usarlos con la madera tratada.

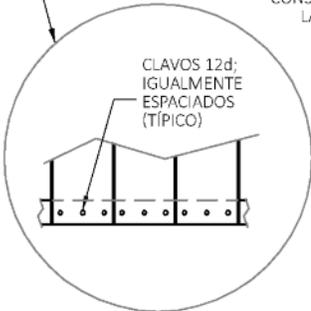
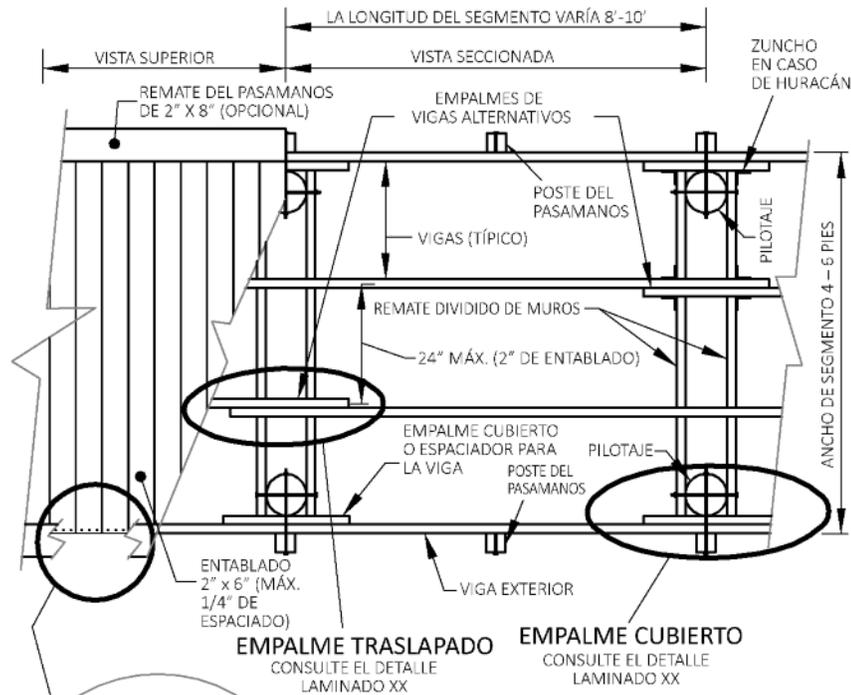
NOTA: El Cobre alcalino cuaternario ACQ y Cobre azole (CA) que se utilizan en el tratamiento preservante de la madera, son corrosivos para el metal. Por consiguiente, es muy importante utilizar clavos o tornillos recubiertos de cerámica, de acero inoxidable u otros específicamente recomendados para el contacto con estos preservantes.

Si ocurre una separación, perforar agujeros de guía para los clavos, 1/16" menos que el diámetro del vástago del clavo (o tornillo). Los tabloncillos sufren un estrés severo producido por la humedad cíclica y el re-secado del material. Refrenar la tendencia natural de que se produzca curvatura, doblez, arqueado o torsión con una buena penetración del clavo/tornillo en la viga es muy importante para garantizar que la madera siga estando plana.

Los clavos/tornillos se deben inspeccionar por lo menos cada año para revisar que no se aflojen ni se salgan. Vuelva a ajustar según sea necesario.



## PLAN DE ESTRUCTURA DEL EMBARCADERO FIJO COMÚN



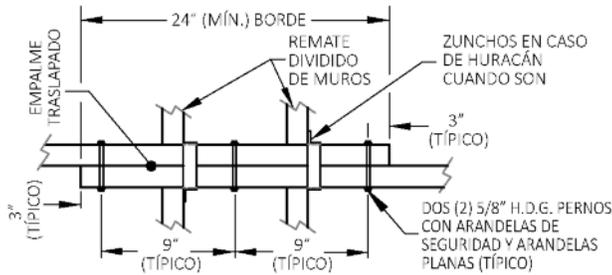
**INSTALE EL ENTABLADO CON EL SIGUIENTE ESQUEMA:**

DOS (2) 2" X 4"- 12D (3 1/4" DE LONGITUD)  
 TRES (3) 2" X 6"- 12D (3 1/4" DE LONGITUD)  
 CUATRO (4) 2" X 8"- 12D (3 1/4" DE LONGITUD)



# DETALLES DEL EMBARCADERO – VIGAS EMPALMES

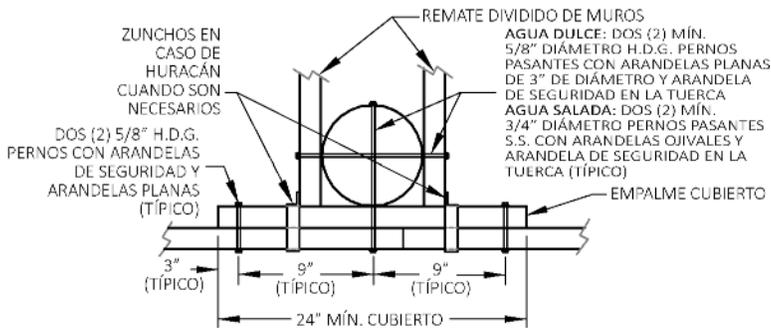
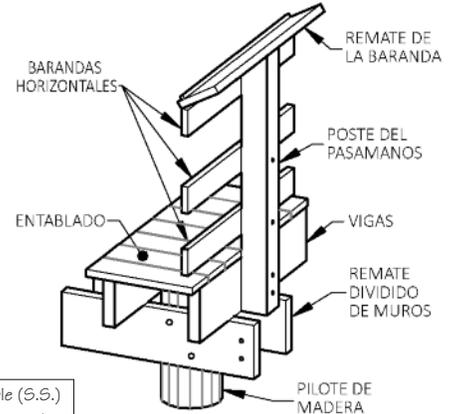
Los tamaños de madera dependen del mercado y por lo general el espaciado de los pilotes varía según los tamaños de la madera disponibles para las vigas. Por lo general es más económico utilizar un espaciado de pilotes de diez pies si el material de viga más larga está disponible. Esto también reduce la cantidad de pilotes y el número de empalmes que unen las vigas adyacentes y llevan la carga sobre los remates de muro hacia los segmentos adyacentes. Los empalmes deben ocurrir sobre los remates de muro. En la medida que sea práctico, los empalmes se deben alternar de manera que dos empalmes adyacentes no ocurran sobre el mismo remate de muro.



**DETALLE DEL EMPALME TRASLAPADO (VISTA DE PLANO)**

**NOTA:** Los sujetadores de acero inoxidable (S.S.) y los zunchos en caso de huracán son altamente recomendados para ambientes de agua salobre y salada.

## SECCIÓN DEL EMBARCADERO 3D



**DETALLE DEL EMPALME CUBIERTO (VISTA DE PLANO)**

**NOTAS:**

El espaciado entre las piezas del entablado se debe elegir para evitar una separación, que podría obstaculizar el acceso de personas discapacitadas en caso de una reducción. (Consulte las notas del entablado, página 8.)

Si los sujetadores/correas de H.D.G. se utilizan para el ambiente marino (agua salobre y salada), la tornillería debe ser de mayor tamaño debido al ambiente marino corrosivo y adverso. Los zunchos en caso de huracán se recomiendan para asegurar las vigas a los remates divididos de muros. Consulte la foto inferior izquierda en la página 12.

Como en toda construcción marina, los sujetadores deben ser galvanizados en caliente (H.D.G.) después de la fabricación y recubiertos con epóxido de alquitrán de carbón después de la instalación – o deben ser de acero inoxidable (tipo 304 o tipo 316).



Los cables de acero inoxidable se pueden utilizar para los pasamanos en lugar de las barandas de madera de 2"x6". Siga los lineamientos del fabricante del sistema de barandas de cable de acero para la instalación correcta.



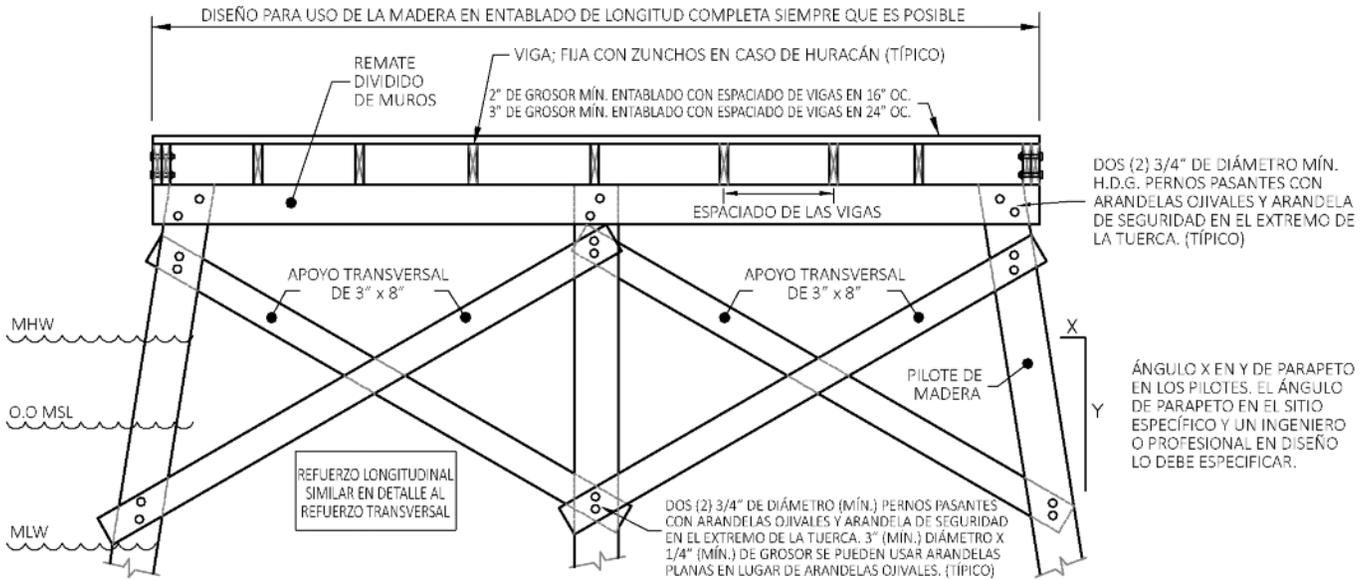
# LOS EMBARCADEROS COMERCIALES/PESCA PÚBLICA

Los embarcaderos de pesca, comerciales o públicos, se caracterizan por una construcción más pesada y un diseño más complejo que el embarcadero fijo residencial. Las superficies de terraza son más anchas y los segmentos algunas veces son más largos que el embarcadero residencial y tienen tabloncillos más pesados para esos tramos más grandes. Este tipo de embarcadero por lo general brinda acceso a los discapacitados al ofrecer un pasamanos y otras características diseñadas para este uso. Debido a que la ubicación de la mayoría de los embarcaderos comerciales/pesca pública con frecuencia es en aguas más profundas y agitadas, los pilotes exteriores en este tipo de embarcadero están inclinados en talud. Tanto los arriostramientos en cruz longitudinales como los transversales se utilizan debido al oleaje más fuerte y las fuerzas de corriente. La inserción de los pilotes y el diseño de este refuerzo son específicos del sitio y es algo de lo que un profesional en diseño se debe encargar. Características tal como bancas, mesas y lavamanos, así como resguardos, con comodidades que con frecuencia se construyen como parte de la estructura.

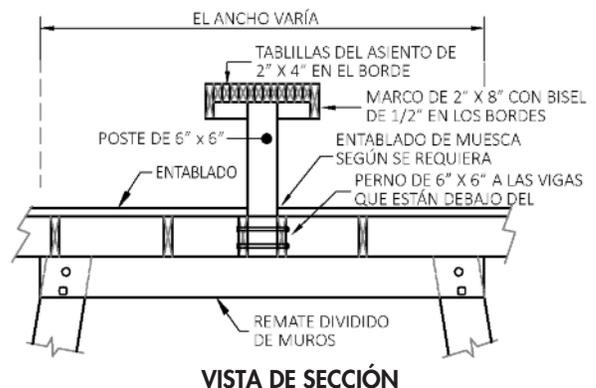
**NOTA:** Los sujetadores de acero inoxidable 316 (S.S.) (tornillería) son altamente recomendados para los proyectos ubicados en ambientes de agua salobre/salada especialmente en la zona de intermareal de salpicaduras. Se puede usar H.D.G. para los proyectos ubicados en los ambientes de agua dulce.

## EMBARCADERO PARA PESCA DE SECCIÓN COMÚN

Aquí no se muestran los pasamanos para mayor claridad (consulte la página 29 para ver los detalles del pasamanos)



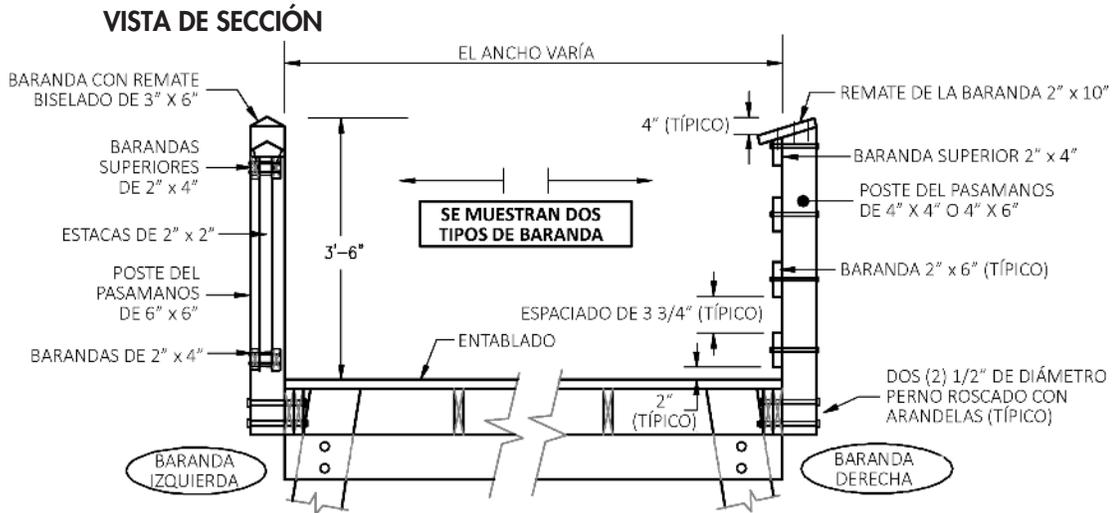
## EMBARCADERO DE PESCA – CON BANCA INTEGRADA



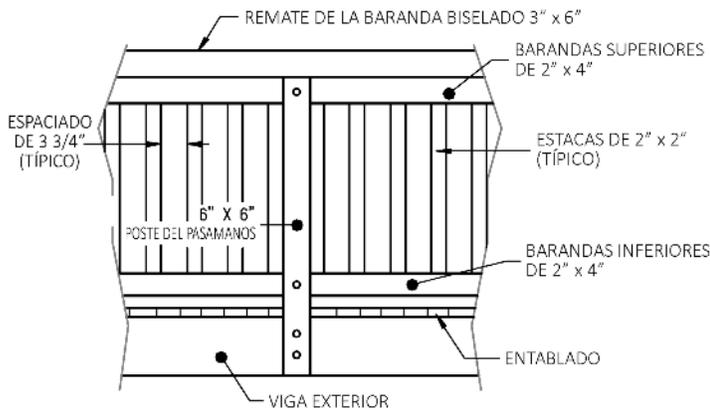
# MUELLE DE PESCA – DETALLES DEL PASAMANOS

Los pasamanos proporcionan seguridad a los usuarios y hacen que el embarcadero fijo sea más seguro para los niños, adultos mayores y personas discapacitadas. Los pasamanos horizontales se agregan en la parte superior y son necesarios en áreas centrales intermedias e inferiores, para que las actividades que se realizan en el espacio de la terraza sean seguras (caminar, pescar, etc.). El espaciado máximo en un poste de 4"x4" o 4"x6" es de cinco pies. Los pasamanos superior e intermedio por lo general son piezas que miden 2"x4" o 2"x6", fijas con

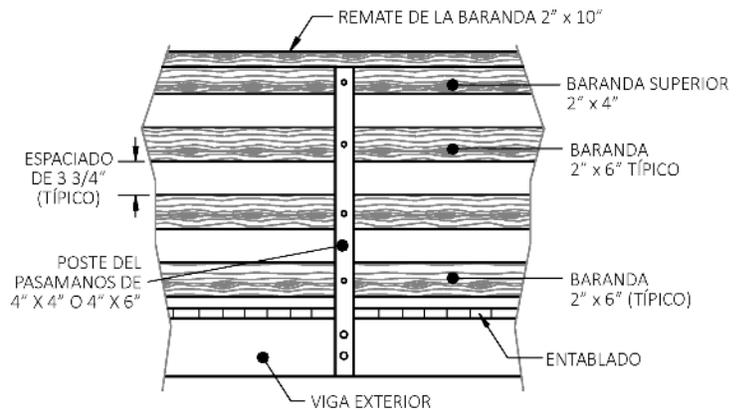
clavos de vástago de anillo o de espiral 2-16D o aseguradas con pernos roscados de 1/2" de diámetro con arandela plana y arandela de seguridad en el extremo de la tuerca. Dependiendo de la exposición y preferencia del propietario, se puede utilizar H.D.G. o S.S.; sin embargo, S.S. brindará una vida de servicio más prolongada y mejor resistencia contra la corrosión.



**VISTA DE ELEVACIÓN – PASAMANOS IZQUIERDO**



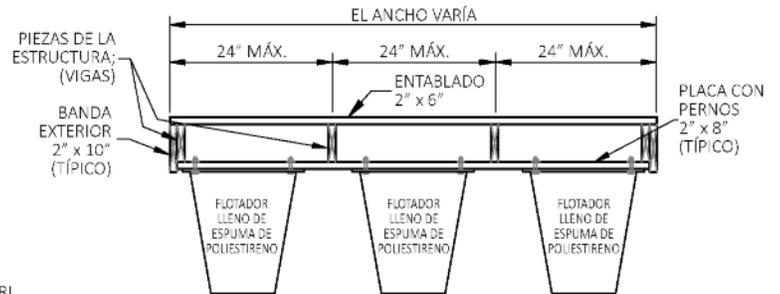
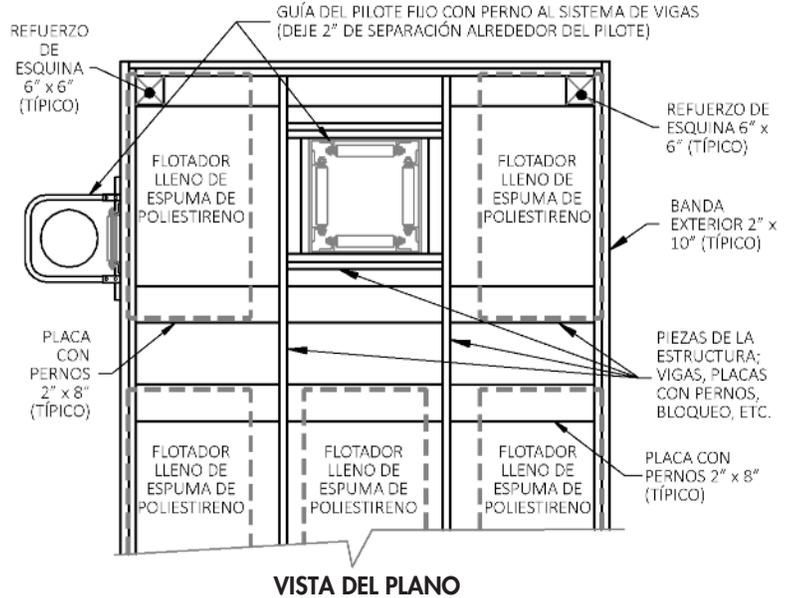
**VISTA DE ELEVACIÓN – PASAMANOS DERECHO**



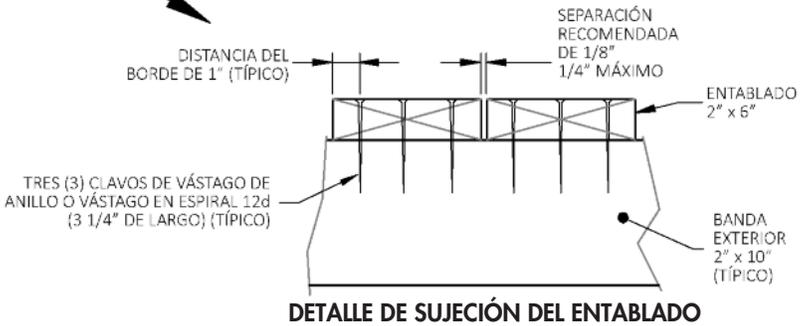
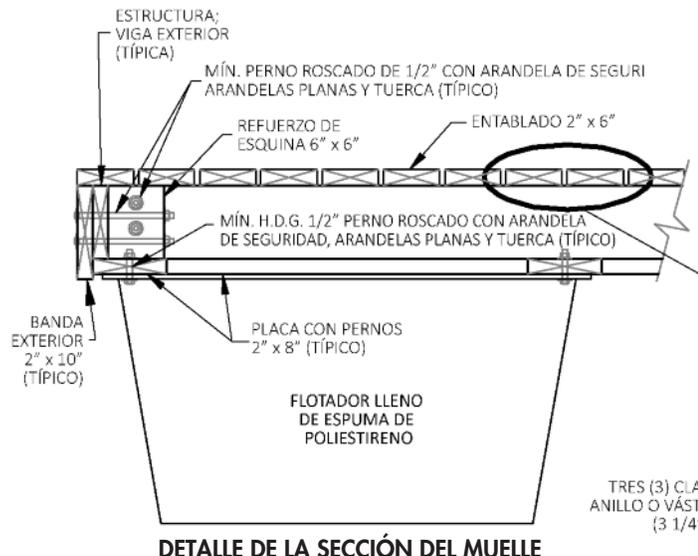
# MUELLES FLOTANTES

El uso del Pino del sur tratado en muelles flotantes se ha comprobado en aplicaciones públicas y privadas. La apariencia atractiva de la madera tratada, vida de servicio prolongada, la facilidad de reparación y la resistencia a los daños, hacen que el Pino del sur sea una opción atractiva para los constructores de muelles flotantes comerciales y residenciales. Los muelles flotantes por lo general están anclados con guías internas de pilote de 4 rodillos o guías de gancho externo de pilote de rodillo único – como se muestra en esta hoja. Las unidades de flotación varían en tamaño de 2'x4' a 5'x5' y están fijas al sistema de vigas con pernos a través

de placas atornilladas a la madera de 2"x8". Para ajustar las alturas adecuadas de pilote, la profundidad de inserción en el suelo de apoyo y las longitudes generales de los pilotes, el diseñador debe estar familiarizado con las condiciones del suelo, niveles de agua y acciones de la marea en el área donde se está instalando el sistema de muelle flotante. También es muy importante tomar en cuenta los niveles anormales de agua relacionados con mareas ciclónicas.



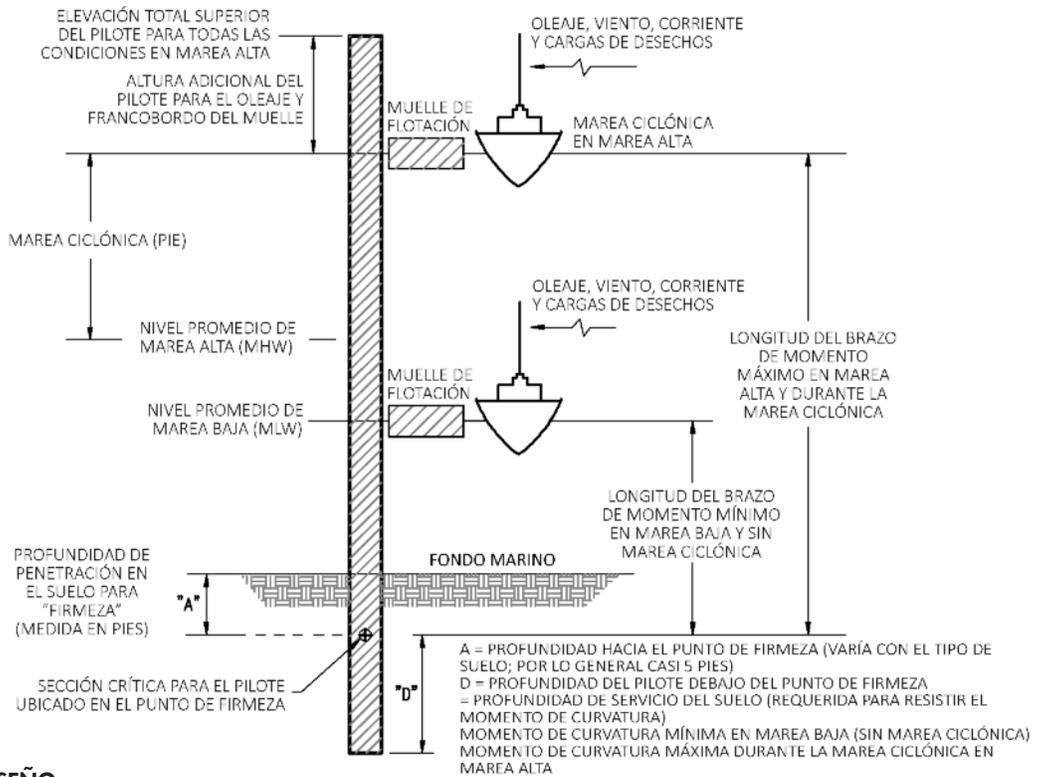
**NOTA:** El entablado que se utiliza en los muelles flotantes se debe tratar con el mismo tipo de preservante y con el mismo nivel de retención que está permitido para el entablado y los componentes del pasamanos para los embarcaderos fijos (Categoría de uso UC4A para las aplicaciones de agua dulce y Categoría de uso UC4B para las aplicaciones de agua salada).



## DETALLES TÍPICOS DE LA ESTRUCTURA DEL MUELLE FLOTANTE

# CONSIDERACIONES DEL DISEÑO PARA LOS PILOTES DEL MUELLE FLOTANTE

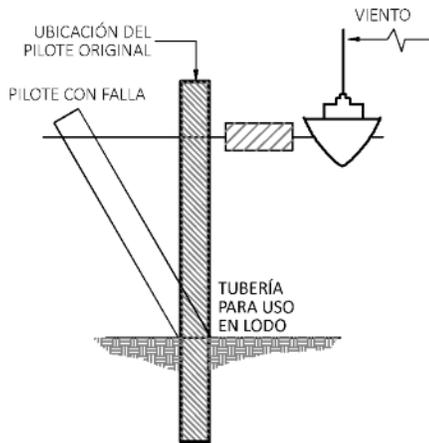
**NOTA:** El punto de sujeción para el pilotaje en el suelo por lo general se calcula en aproximadamente 5 pies por debajo del fondo marino. Sin embargo, en casos donde hay suelos muy pobres será necesario que un profesional en diseño evalúe los suelos y determine la profundidad de la penetración del pilotaje en el material competente para brindar el soporte de refuerzo lateral adecuado para el pilotaje.



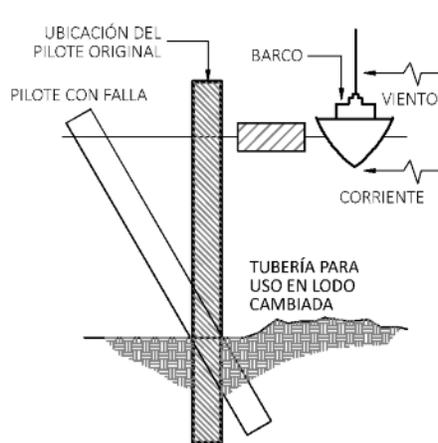
## ESTÁNDARES DE REFERENCIA DEL DISEÑO

AGENCIA	NÚMERO	DESCRIPCIÓN
ASTM	D25	Clasificaciones y tamaños de pilotes
ASTM	D2555	Valores de resistencia
ASTM	D2899	Valores y factores de resistencia, pilotes de madera redondos para uso en condiciones de humedad
ASTM	D245	propiedades permitidas para la madera visualmente clasificada
ASTM	D4022	Sellado de los cortes de pilotes (cemento para techo de alquitrán de carbón)
AWPA	U1	Tratamiento preservante para los pilotes
AWPA	M4	Cuidado de los productos de madera tratados con preservantes
FEMA	55	Manual de construcción en lugares costeros
FHWA	1P-84-11	Manual de diseño de pilotes
AFPA	NDS (más reciente)	Estándares nacionales del diseño – factores de ajuste para los pilotes del Pino del sur

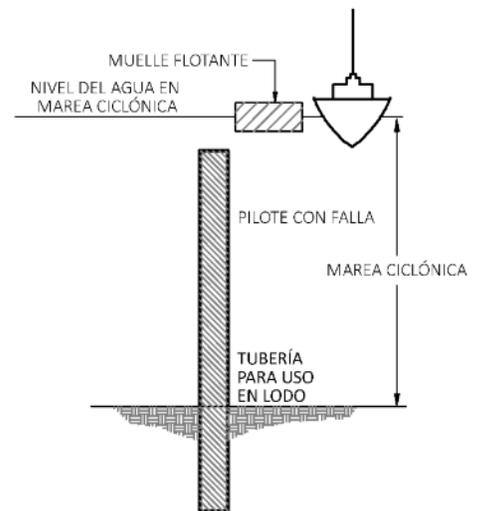
## MODOS DE FALLA DE PILOTES



**FALLAS EN CURVATURA DE LOS PILOTES (FISURAS)**  
 (tamaño muy pequeño de la sección transversal del pilote)



**EL PILOTE FALLA EN EL SUELO**  
 (no hay suficiente penetración)



**LA MAREA CICLÓNICA ELEVA EL NIVEL DEL AGUA**  
 (pilote muy corto y el muelle flota encima)

# Consideraciones prácticas de uso marino

## MATERIALES (MADERA, SUJETADORES)

- ▶ Utilice madera del Pino del sur tratado adecuadamente que tenga la marca de calidad de una agencia de inspección aprobada. **A**
- ▶ Para los ambiente de agua salada, utilice pilotes redondos para limitar la exposición del duramen.
- ▶ El pilotaje aserrado y cuadrado se puede utilizar en ambiente de agua dulce.
- ▶ Utilice sujeciones del tamaño necesario. Las sujeciones que no sean del tamaño adecuado no servirán o erosionarán en la superficie del pilote.
- ▶ Utilice sujetadores galvanizados en caliente o de acero inoxidable que resistan la corrosión y que brinden una vida de servicio prolongada para la estructura. **B**
- ▶ Utilice un relleno limpio y granular que tenga un buen drenaje y buena resistencia de base.



## DISEÑO

- ▶ Proporcione sujeciones, incluso en los muros de contención con poca altura expuesta (3' a 4' pies). Ajuste a un tamaño la sujeciones para que manejen las cargas y la condición adversa del ambiente marino. **C**
- ▶ Proporcione agujeros de drenaje de 6" en la parte central con drenajes de roca. Si se utiliza un sistema de riego cerca de la zona de tierra, proporcione un drenaje adecuado para eliminar el exceso de agua lejos de la estructura.
- ▶ La cantidad suficiente de pilotes, debidamente instalados, así como la orientación adecuada del agua, contribuyen a una vida de servicio prolongada. **D**
- ▶ Los pilotes inadecuados, los travesaños de menor tamaño y las varillas de sujeción de menor tamaño pueden provocar problemas de alineación en los muros de contención.
- ▶ El traslape correcto de los travesaños en los pilotes y la orientación adecuada de los travesaños para brindar la mejor resistencia de curvatura son esenciales.
- ▶ El pilotaje adecuado, los tamaños de anclajes, travesaños y el uso de arandelas ojivales se combinan para resistir las fuerzas y brindar estructuras con una vida de servicio prolongada.
- ▶ Las arandelas ojivales, rejillas de picos, madera del tamaño adecuado y el pilotaje son ejemplos de una buena ingeniería y diseño.
- ▶ Alternar la altura de los pasamanos del muelle de pesca e instalar una estructura de tejado para proporcionar sombra, es útil para los niños, personas discapacitadas y adultos mayores. Incline los pasamanos del muelle de pesca para brindar unos apoyabrazos convenientes. **E**



## MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

- ▶ Traslape los travesaños dos pies en cada unión y bloquee los extremos en los retornos. **F**
- ▶ Proporcione una protección de convergencia en los muros de contención para evitar la erosión y la pérdida de inserción.
- ▶ Los espaciadores con frecuencia se utilizan para mantener la alineación adecuada de las vigas con los pasamanos.
- ▶ Traslape los empalmes y los zunchos en caso de huracán, para mantener las estructuras del embarcadero fijas en su lugar durante los vientos fuertes y las fuerzas del oleaje por tormentas. **G**
- ▶ Preferiblemente, las tablestacas se deben usar por categoría y el movimiento de las tablestacas solo se debe hacer en suelos arenosos bajo la supervisión de un profesional.
- ▶ Los agujeros de drenaje, la tela geotextil y las bolsas de filtro de rocas clasificadas ayudan a que los muros de contención se ajusten a las condiciones variables del suelo y agua subterránea.



## Camino peatonal y puentes para vehículos livianos – Detalles de construcción

- La construcción de caminos peatonales en pantanos y otras áreas ambientalmente delicadas, es un proceso complejo con muchas variables que requieren vasto conocimiento de las condiciones de la localidad. Esto solo lo deben realizar los profesionales calificados.
- Se debe tomar en consideración el entorno natural y la estética; las cargas; los códigos y las prácticas de construcción; los materiales; y el análisis del suelo. No dude en buscar a los profesionales expertos en diseño y ver los ejemplos de su trabajo. Solo busque contratistas autorizados, expertos. Solicite fotos y referencias. Visite los proyectos anteriores y hable con los clientes recientes.
- La evaluación adecuada de los suelos es esencial para el diseño y rendimiento de la estructura del camino peatonal. Los suelos arenosos (granulares) por lo general son muy predecibles pero aún están sujetos a la socavación y erosión. Las arcillas (suelos cohesivos) probablemente no sean consistentes en un área determinada y pueden variar ampliamente en un solo proyecto. Incluso cuando los examina un profesional experto en diseño, el análisis del suelo, sin el beneficio de la prueba de un laboratorio calificado de examen de suelos, es simplemente una evaluación aproximada. El costo relativamente bajo de un examen en un laboratorio certificado de la localidad se compensa fácilmente por las ventajas de los informes precisos de datos de resistencia y calidad.
- La madera de pino del sur debidamente especificada debe brindar rendimiento a largo plazo bajo todas las condiciones anticipadas. Los materiales que no cumplen o que exceden las especificaciones, se deben rechazar. Es probable que existan materiales sustitutos que ofrecen beneficios a corto plazo, pero esos ahorros se pueden traducir en más costos por mantenimiento y reparación para el propietario.
- La madera se proporciona en incrementos de dos pies. Para evitar cortes y desechos innecesarios, los diseños se deben desarrollar para utilizar la longitud completa de la madera. Recuerde que cualquier corte que se haga en el campo daña la efectividad del tratamiento preservante. Siempre que se pueda, haga cortes como muescas o radio de fresado de los bordes completado antes del tratamiento o por lo menos sumerja o cepille esas superficies con naftenato de cobre antes de la instalación (estándar de AWP4 M4).

### Conceptos de diseño e ingeniería para:

- Caminos peatonales (págs. 32-34)
- Puentes para vehículos livianos (pág. 35)

### Para uso en:

- Reservas naturales y de la vida silvestre
- Áreas de pantanos
- Parques recreativos y parques infantiles
- Desarrollos residenciales
- Campos de golf

### Planificación del sitio y factores del diseño:

- Entorno natural y condiciones del sitio
  - Árboles y flora deseables*
  - Riachuelos, lagunas naturales*
  - Susceptibilidad de la vida silvestre*
  - Flujo con el terreno natural*
- Aspectos estructurales
  - Carga y uso esperados*
  - Elevación sobre el suelo*
  - Vientos recios o zona de inundaciones*
  - Condiciones del suelo*
- Acceso para personas discapacitadas
  - Ancho adecuado de la terraza*
  - Inclinación mínima*
  - Áreas de descanso necesarias*
  - Transiciones sin problemas*

### En armonía con el ecosistema

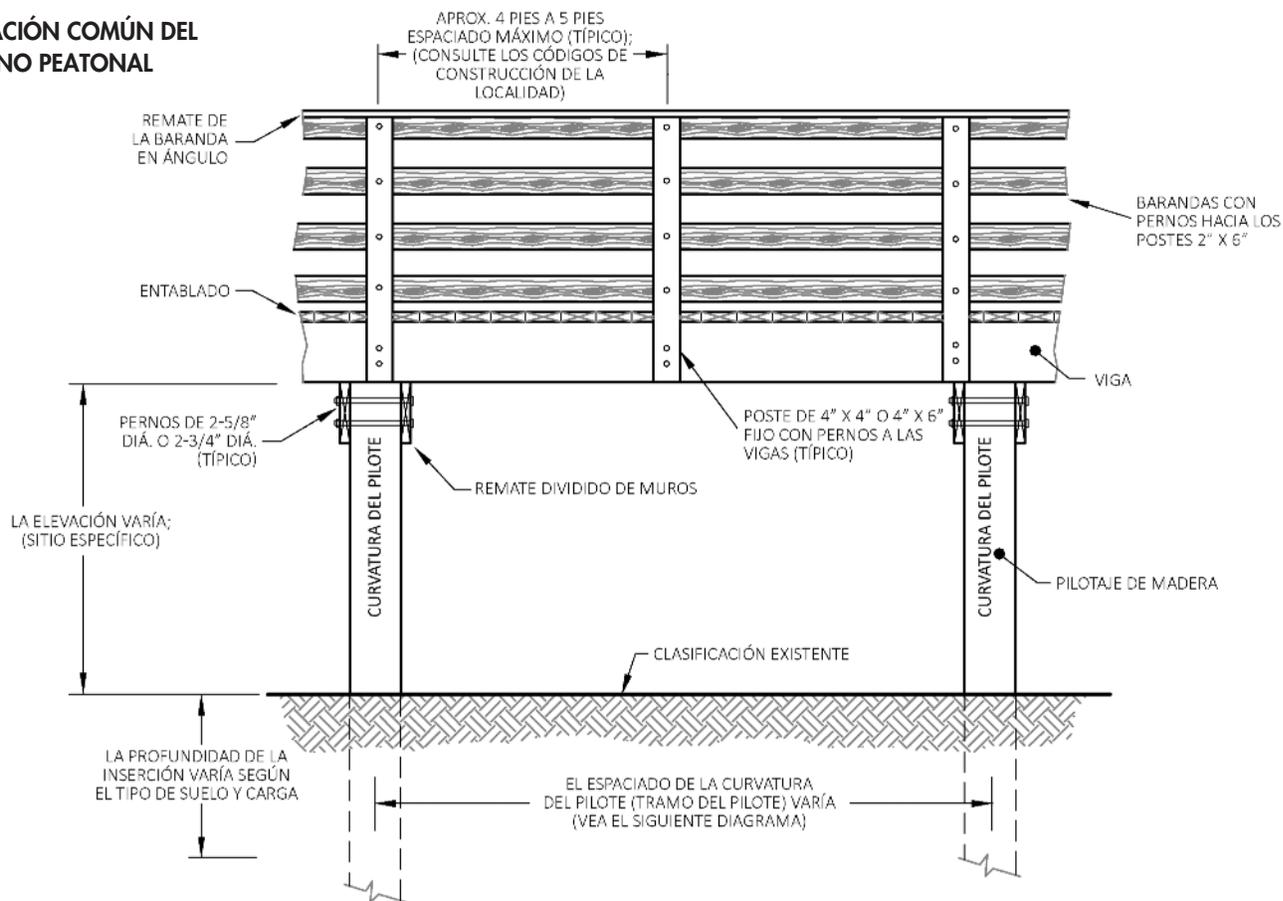
Los caminos peatonales elevados son una excelente alternativa para el relleno de pantanos y los impactos ambientales negativos relacionados. Los caminos peatonales elevados y serpenteantes que atraviesan el bosque, los santuarios de la vida silvestre y las reservas naturales ofrecen a los peatones y ciclistas oportunidades para ver las áreas ambientalmente delicadas desde una nueva perspectiva, mientras se minimiza el impacto en el ecosistema. Los caminos peatonales de madera se adaptan y se mezclan con el entorno susceptible gracias a su versatilidad, flexibilidad y relativa facilidad de construcción.

Los puentes para peatones y los caminos peatonales también son una buena opción para un parque o área recreativa estéticamente atractiva cuando se utilizan sobre lagunas, fosos de drenaje o pantanos naturales. En los proyectos de desarrollo en la ciudad, la madera proporciona senderos excelentes para las excursiones y para caminar por áreas históricas, especialmente cuando están cerca de malecones.



# DETALLES DEL DISEÑO DE CAMINOS PEATONALES

## ELEVACIÓN COMÚN DEL CAMINO PEATONAL



### NOTAS:

1. Vea el diagrama siguiente para obtener una orientación general e información sobre el tamaño de las vigas y de las piezas de remates divididos de muros.
2. Para brindar una apariencia óptima, toda la madera debe ser de categoría N.º 1 o del mejor Pino del sur. Consulte la publicación de SPPA Pino del sur tratado a presión para obtener más información.
3. Consulte la página 34 para ver los detalles comunes, vista de la sección transversal y del plano.
4. Utilice las arandelas ojivales en el extremo de la cabeza del perno con una arandela de corte de 4"x4"x1/4" o arandela ojival y arandela de seguridad en el extremo de la tuerca.
5. Utilice dos (2) clavos de convergencia de vástago de anillo 16d en las vigas interiores hacia los remates de muro y zunchos en caso de huracán para los proyectos ubicados en arroyos/ríos con corrientes rápidas, áreas propensas a inundaciones y huracanes.
6. Consulte las Standard Grading Rules for Southern Pine Lumber de SPIB para obtener más detalles sobre las designaciones de revestimiento, estipulaciones y tamaños del producto neto.



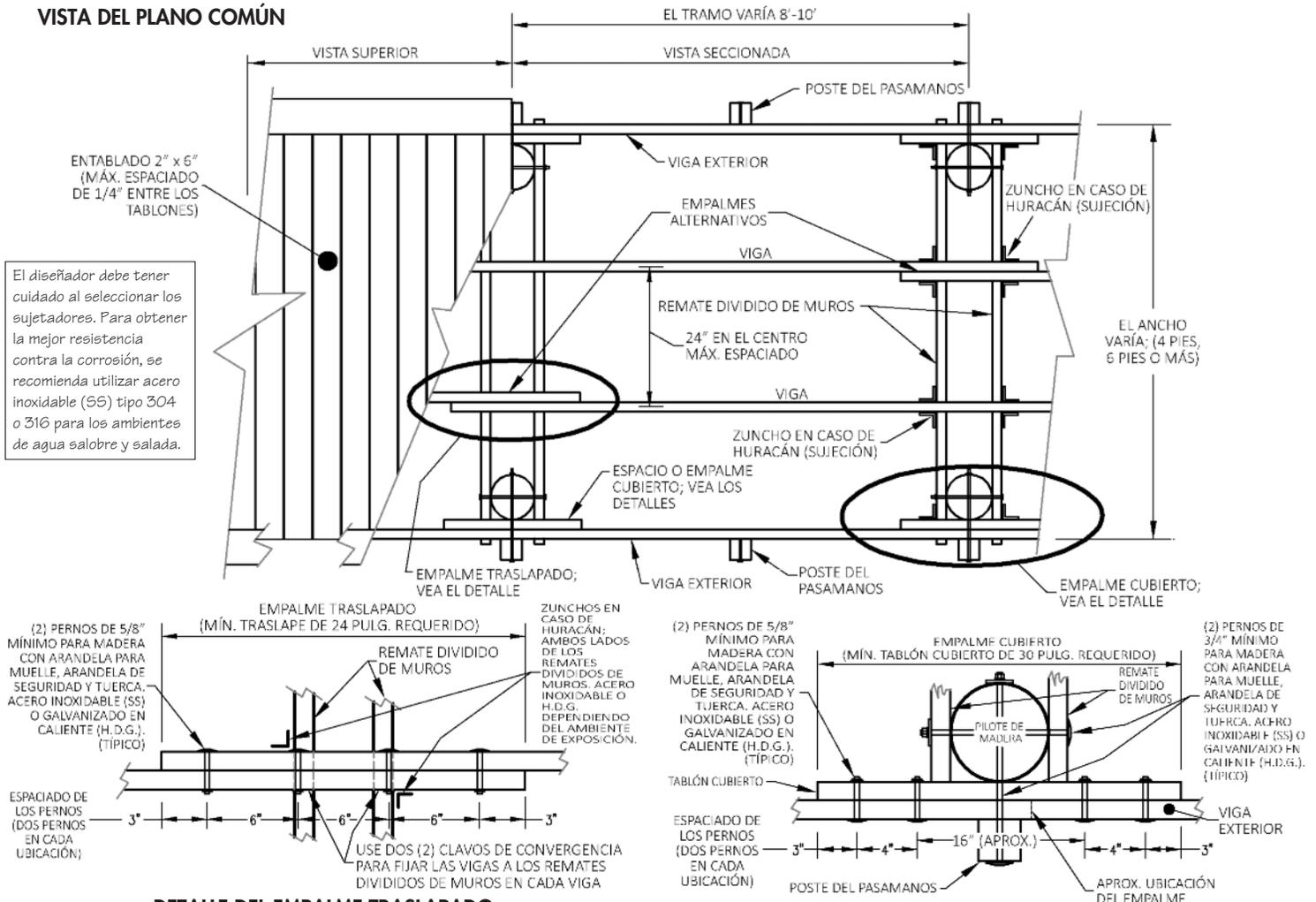
Camino peatonal Ancho	Pilote Tramo	50 psf		100 psf	
		8 pies	10 pies	8 pies	10 pies
4 pies		2 x 6	2 x 8	2 x 8	2 x 10
		2 x 6	2 x 8	2 x 8	2 x 10
5 pies		2 x 6	2 x 8	2 x 8	2 x 10
		2 x 8	2 x 8	2 x 8	2 x 10
6 pies		2 x 6	2 x 8	2 x 8	2 x 10
		2 x 10	2 x 10	2 x 10	2 x 12

Tamaño de viga mínimo (pulgadas)  
Tamaño de remate de muro mínimo (pulgadas)

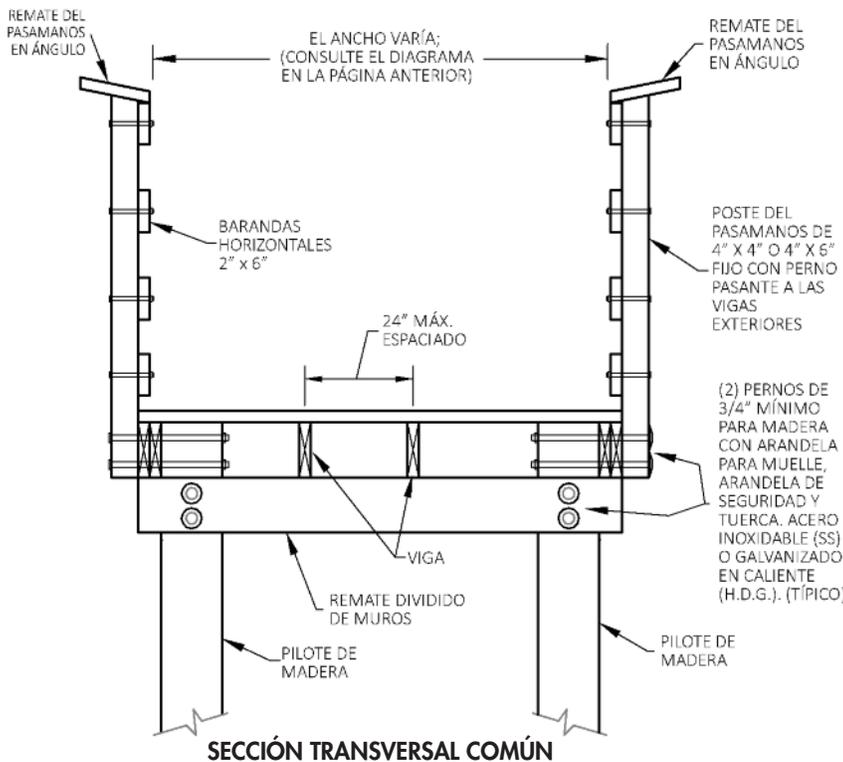
**NOTA:** Este diagrama sirve como referencia para hacer los cálculos iniciales aproximados sobre la selección del tamaño de las vigas y remates divididos de muros. Todo el diseño estructural lo debe realizar un ingeniero o profesional en diseño certificado.

# DETALLES DE LA ESTRUCTURA DEL CAMINO PEATONAL

## VISTA DEL PLANO COMÚN



### DETALLE DEL EMPALME TRASLAPADO

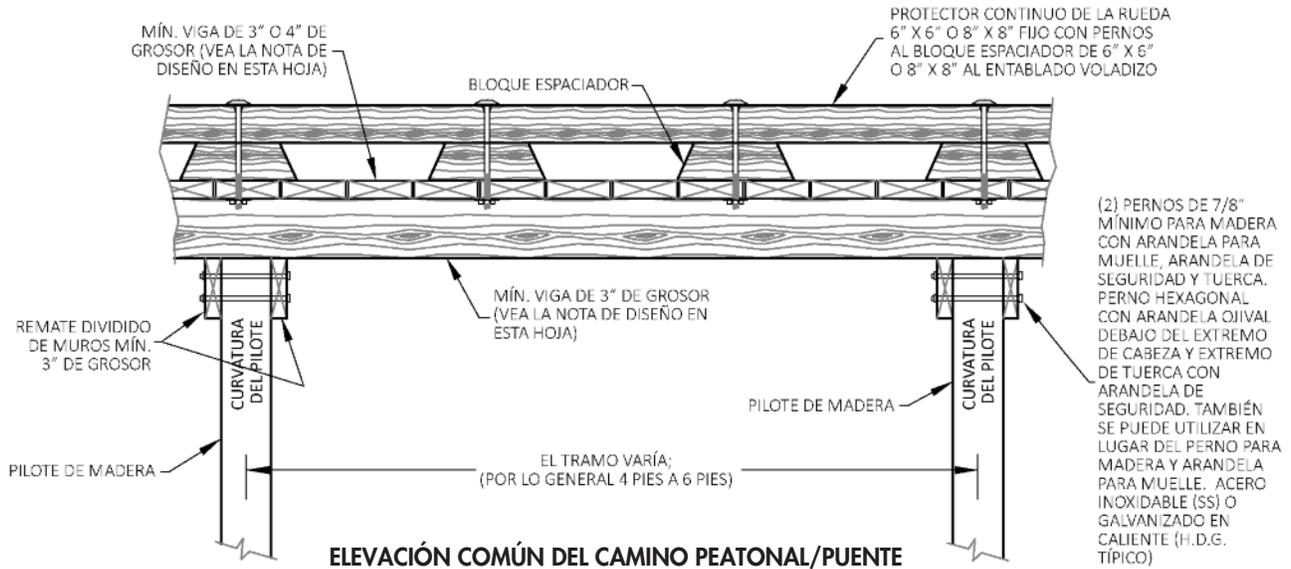


### DETALLE DEL EMPALME CUBIERTO

#### NOTAS:

- Uno de los aspectos más estéticamente importantes de un camino peatonal es el sistema de pasamanos. Los pasamanos brindan seguridad necesaria y ofrecen una vista agradable cuando se diseñan de manera adecuada.
- Una práctica de instalación consiste en utilizar tornillos de acero inoxidable para sujetar el entablado a las vigas. Esto permite la desinstalación fácil de los tablonces de la terraza para darles mantenimiento y reemplazarlos.
- Consulte el diagrama de la página 33 para ver las dimensiones de los caminos peatonales y el tamaño aproximado de los componentes estructurales.
- El remate angular de la baranda, como se muestra en la vista transversal común en esta página, permite la inclinación cómoda para observar el lugar y también vierte el agua de mejor manera.
- Los tamaños de la madera y el espaciado de los pilotes con frecuencia se indican según la disponibilidad de la madera. Por lo general es más económico utilizar un espaciado de 10 pies entre las curvaturas de los pilotes si el material de viga más larga está disponible. Para brindar estabilidad, las vigas siempre se deben espaciar por dos tramos.  
Ejemplo: Si se utiliza un espacio de curvatura del pilote de 10 pies, será necesario utilizar vigas de 20 pies de largo para cubrir los dos tramos (es decir, conectar 3 curvaturas de pilotes).
- Los empalmes cubiertos deben ocurrir sobre los remates de muro. Cuando sea posible, los empalmes traslapados se deben alternar de manera que dos empalmes adyacentes no ocurran sobre el mismo remate de muro.

# APLICACIONES DE PUENTES PARA VEHÍCULOS LIVIANOS – PUENTES PARA CARRITOS DE GOLF Y PEATONES



## NOTAS de diseño:

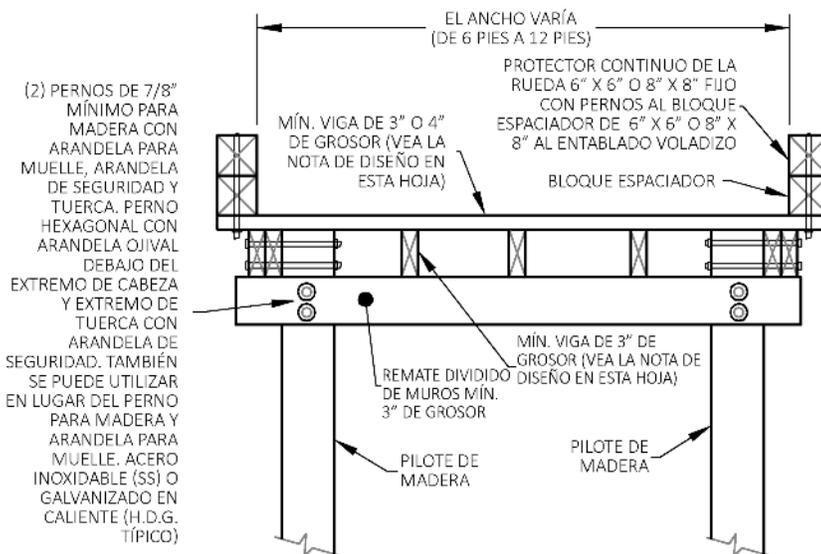
1. La carga para cada puente individual la debe determinar el diseñador. Las cargas se deben utilizar como una base para el diseño de ingeniería de cada estructura individual.
2. El tamaño de la viga, diámetro y longitud del pilote de soporte y tamaños de la pieza de remate dividido de muro, los debe determinar un profesional en diseño con base en la carga, sitio, condiciones del suelo y el espaciado de la curvatura del pilote (tramos).
3. La baranda que se muestra en esta hoja es estándar para los puentes para carritos de golf y ofrece la seguridad del protector de ruedas y vistas ininterrumpidas del entorno y del cuerpo de agua que atraviesa. También revise las hojas anteriores para ver otras opciones de barandas.
4. Cuando se anticipan condiciones de uso pesado, se recomienda utilizar un material de entablado de 3" mínimo.
5. Si desea evitar que los vehículos de cierto tamaño pasen por el puente, instale un bolardo (o dos bolardos que indiquen el ancho máximo permitido para un vehículo).



## NOTAS de especificación:

1. Toda la madera debe ser Pino del sur y debe tener un tratamiento con preservante de acuerdo con el Estándar de la categoría de uso UC4 o UC5 de la Asociación Americana de Protección de la Madera (AWPA).
2. Los pilotes de soporte utilizados en la construcción se deben especificar por medio de la circunferencia del extremo (diámetro) de acuerdo con ASTM O25. El tratamiento preservante debe estar de acuerdo con los Estándares de la categoría de uso de AWP (UC4C, UC5A, UC5B o UC5C).
3. Todos los sujetadores y barras de acoplamiento deben ser galvanizados en caliente (H.D.G.) según ASTM A-153 para brindar protección contra la corrosión. También cubra los sujetadores H.D.G con epóxido de alquitrán de carbón para prolongar la vida útil de servicio. Para brindar un mayor nivel de protección contra la corrosión y una vida útil de servicio prolongada, utilice acero inoxidable (S.S.) serie 300 para los sujetadores.
4. Todos los cortes, agujeros y daño que existan en la superficie de la madera tratada se deben proteger según el estándar M4 de AWP para el cuidado de los productos de madera tratados con preservantes.
5. Todos los productos de madera tratados se deben manejar y fabricar para el campo de acuerdo con el estándar – AWP M4 para el cuidado de los productos de madera tratados con preservantes.
6. Para obtener más información sobre las especificaciones del agua dulce, salobre/salada, consulte Book of Standards y las fuentes de información de AWP que se indican en la contraportada de esta guía.

## SECCIÓN TRANSVERSAL DE CAMINO PEATONAL/PUENTE TÍPICO



# MADERA LAMINADA CON PEGAMENTO PARA MUELLES, EMBARCADEROS Y PUENTES

La madera laminada con pegamento estructural (madera laminada) es un material de construcción popular para los muelles y entablado de embarcaderos, puentes para peatones y caminos peatonales que están por encima del nivel del agua. Por más de sesenta años, los arquitectos, ingenieros, diseñadores y contratistas han estado especificando las vigas laminadas del Pino del sur tratado a presión por su alta resistencia, belleza natural, estabilidad dimensional y su disponibilidad en un amplio rango de tamaños y formas.

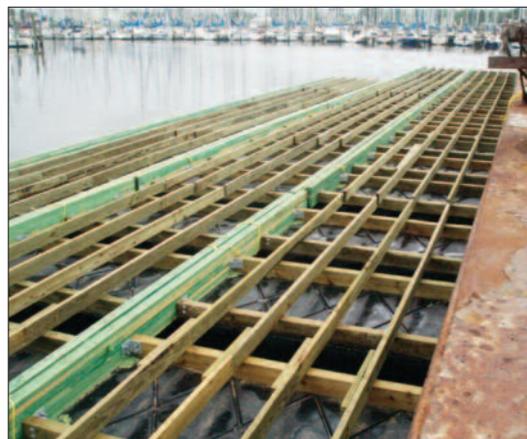
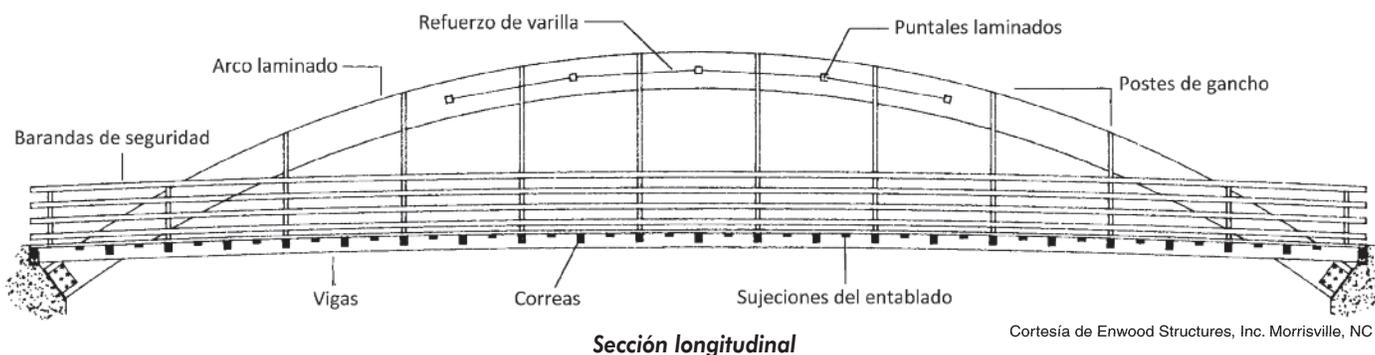
La información completa sobre el tratamiento a presión de los materiales laminados está disponible en la Nota técnica S580, Tratamiento preservante de la madera laminada con pegamento que publicó APA – The Engineered Wood Association. Se puede encontrar información adicional en la publicación de SPPA, Pino del sur tratado a presión.

Para ver los diseños y las especificaciones determinados para el sitio, comuníquese con los fabricantes de madera laminada con pegamento que se mencionan en el Localizador de productos de exportación en el sitio web SouthernPineGlobal.com.



Puente cubierto de Old Salem; Winston-Salem, Carolina del Norte  
(cortesía de Blue Ridge Timberwrights)

## Puente de suspensión de arco



Para obtener más información sobre la madera laminada con pegamento estructural, comuníquese con American Institute of Timber Construction (AITC), [www.aitc-glulam.org](http://www.aitc-glulam.org), 503/639-0651 y APA – The Engineered Wood Association, [www.apawood.org](http://www.apawood.org), 253/565-6500.

**Acero galvanizado** - acero que ha sido recubierto con zinc para mejorar su resistencia a la corrosión. Para uso en los proyectos de construcción marina, el galvanizado en caliente (H.D.G.) es el proceso por el cual se recubre el acero. El acero H.D.G. ofrece buena resistencia contra la corrosión en agua dulce y ambientes de agua ligeramente salobre; sin embargo, eventualmente se corroerá si se expone a estas condiciones adversas.

**Acero inoxidable** - una aleación que contiene cromo, níquel o manganeso. El acero inoxidable tiene propiedades de resistencia muy buenas contra la corrosión debido a los altos niveles de cromo y níquel/manganeso. Las dos aleaciones más comunes de acero inoxidable en construcción marina son el Tipo 304 y Tipo 316. Ambas se utilizan en construcción marina para la tornillería, correas, placas, sujeciones, pernos, tuercas, arandelas y tornillos. Sin embargo, el acero inoxidable 316 proporciona la mejor resistencia contra la corrosión en agua salada.

**AWPA** - La Asociación Americana de Protección de la Madera, fundada en 1904, es una organización no lucrativa que es responsable de promulgar estándares voluntarios de preservación de la madera. Los comités técnicos desarrollan los estándares de AWPA en un proceso abierto, basado en el consenso. Se especifican universalmente para la conservación de la madera en los EE. UU. y son reconocidos a nivel mundial. Los estándares de AWPA ayudan a garantizar que los productos de la madera tratada se desempeñen de manera satisfactoria para su uso previsto. Son reconocidos y utilizados por la mayoría, si no es que por todos, los especificadores de los productos de madera tratada, así como por los gobiernos locales, estatales y federales. Visite [www.awpa.com](http://www.awpa.com).

**Categorías de madera** - una designación hecha en un pedazo de madera con base en la inspección visual y mecánica de las piezas individuales que indica las propiedades estructurales y de apariencia. Las categorías típicas que se utilizan en la mayoría de construcciones marinas son: N.º 1, N.º 1 Denso, N.º 2, grado Marine y grado Seawall.

**Duramen** - el centro del árbol; por lo general es más oscuro cuando se mira desde la sección transversal del tronco del árbol y será más denso que las maderas de albura que le rodean. Debido a la dureza del duramen, no aceptará muy bien el producto químico del tratamiento preservante; por consiguiente, esta parte de la pieza sigue estando de alguna manera desprotegida contra el ataque de los organismos perforadores marinos.

**Escollera** - piedra u otro agregado como granito o piedra caliza. Puede estar compuesto por restos de concreto de la demolición de estructuras de concreto. Con frecuencia se coloca para formar una capa protectora o una superficie que evita la erosión y socavación en la costa o terraplén.

**ICC** - Consejo Internacional de Códigos. Esta es una asociación de membresía profesional dedicada a brindar a sus miembros y profesionales de la industria de construcción las herramientas necesarias para garantizar la seguridad del público en el ambiente de "construcción".

**Madera de albura** - las capas de madera más exterior de un árbol; es la "madera viva" en el árbol que crece. Las maderas de albura más blandas pueden aceptar un tratamiento preservante más fácilmente que el duramen; por consiguiente, proporcionarán una mejor resistencia contra la descomposición y el ataque de los organismos perforadores marinos.

**Madera de grado "Marine"** - puede ser de cualquier categoría de la Madera de pino del sur, excepto que los cuatro lados no tengan madera de corazón ni duramen. La madera de categoría marina por lo general se especifica como grado Marine N.º 1.

**Madera de grado "Seawall"** - puede ser cualquier grado de madera a la medida de Pino del sur (grosor nominal de 2" a 4"; ancho nominal de 6" a 14"). Una cara ancha y ambos cantos no deben tener madera de corazón ni duramen, la cara de madera de albura debe estar presente en al menos 1/2 pulgada de grosor como se clasifica en ambos extremos. La madera de categoría "Seawall" por lo general se especifica como "Grado Seawall N.º 1". La madera de Clase "Seawall" debe tener marcada el sello que indique "This Side Seaward" (Este lado hacia el mar).

**Muros de contención** - una estructura que sirve para retener la tierra. Retiene la tierra en un lado y por lo general está rodeado parcialmente de o sumergido en agua por el otro lado. Los muros de contención, en el contexto de esta guía, son

estructuras de madera que incluyen pilotaje laminado de madera, vigas de trancanil, pilotaje de superficie y en algunos casos también anclajes de amarre.

**Organismos perforadores marinos** - organismos que consumen la madera y que finalmente destruirán la parte de la estructura de madera que está ubicada en la zona intermareal. Los organismos perforadores marinos más comunes en el agua salada y salobre son los teredos y taladradores marinos (limnoria).

**Preservante de madera** - una fórmula química que se fuerza a profundidad dentro de las fibras de la madera, comúnmente a través de un proceso en el cual la madera es colocada en una cámara presurizada y el químico es forzado en la madera después de hacer un vacío. Las fórmulas comúnmente utilizadas para el tratamiento preservante de los productos de Pino del sur, según se trataron en esta guía incluyen: Arseniato de cobre cromado (CCA), Cobre azole (CA) y Cobre alcalino cuaternario (ACQ). Los diseñadores deben revisar con los proveedores de la localidad cuáles son los preservantes de madera aprobados más recientemente en el área del proyecto.

**Salinidad** - la salinidad o contenido de sal disuelta de un cuerpo de agua es lo que determina qué tratamiento preservante se debe utilizar y la categoría de la madera necesaria para un proyecto particular.

Sal en el agua: (ppm = partes por millón)
Agua dulce – límites oficiales de concentración de sal en el agua potable de EE. UU. = 1,000 ppm
Agua salobre – "ligeramente salobre" = 1,000 a 5,000 ppm
Agua salobre – "moderadamente salobre" = 5,000 a 15,000 ppm
Agua salobre – "demasiado salobre" = 15,000 a 35,000 ppm
Agua de mar = 30,000 a 50,000 ppm (normalmente casi 35,000 ppm)

Las aguas "moderadamente" y "demasiado" salobres deben recibir un tratamiento preservante para la madera similar que el del agua salada. Se recomienda que los diseñadores/propietarios realicen pruebas de salinidad en el agua en la localidad del proyecto si hay incertidumbre sobre el rango de salinidad del lugar.

**Sloppy V – T&G** - este laminado brinda una ranura de ajuste holgado especialmente útil al colocar o mover el laminado en diferentes condiciones del suelo (arcilla, arcillas arenosas o suelos de tipo similar).

**Tablestacas (Laminado del muro de contención)** - se utiliza en la construcción de los muros de contención como el componente principal que retiene la tierra. Las tablestacas varían en tamaño de 2x6 para los muros de contención de trabajo liviano con alturas expuestas bajas de 3x8, 3x10, 4x8 o 4x10 para los muros de contención con mayores alturas expuestas y exposición a condiciones adversas en el sitio. Las tablestacas en ambientes de agua salada siempre deben ser de "Grado Seawall N.º 1" o "grado Marine N.º 1" y estar tratadas con CCA 2.5 (pcf). Las tablestacas generalmente están especificadas con un perfil de borde "Sloppy V-Tongue & Groove" o "Square Tongue & Groove".

**Travesaño (viga de trancanil)** - una viga estructural horizontal utilizada en la construcción de un muro de contención, que lleva la carga que se transfiere a los tablestacas desde el suelo retenido hasta el pilotaje de superficie (pilotaje de soporte en la parte delantera de la estructura del muro de contención). Las vigas de trancanil en ambientes de agua salobre y agua salada siempre deben ser de "Grado Marine N.º 1" y estar tratadas con CCA de 2.5 libras por pie cúbico (pcf).

**Zona de salpicadura de agua salada** - esa parte de la estructura marina que se encuentra por encima del nivel promedio de marea alta, pero todavía está sujeta a la humedad frecuente de la acción del oleaje o agua que mueve el viento (salpicadura de agua salada). Las condiciones en esta zona de exposición respaldan la degradación intermitente de los organismos marinos. Generalmente la corrosión de los sujetadores de metal en esta zona también es severa. Los componentes comunes de la zona de salpicadura de agua salada incluyen: pilotaje, travesaños, estructura, vigas y arriostamiento en cruz.

## RECURSOS ADICIONALES

La Southern Forest Products Association (SFPA) ofrece una amplia variedad de publicaciones útiles para los profesionales en construcción y diseño. Los títulos que aparecen a continuación (español) están disponibles en línea en PDF. Visite [SouthernPineGlobal.com](http://SouthernPineGlobal.com) para descargarlo y ver un listado de todas las publicaciones.

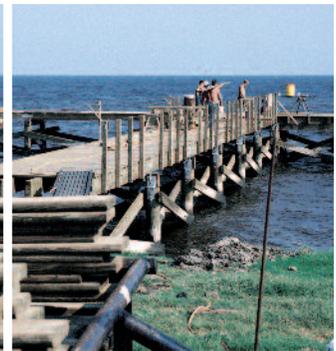
**Pressure-Treated Southern Pine (Pino del Sur Tratado a Presión)**  
*sistemas preservantes de la madera, estándares de la industria, lineamientos de especificación y ejemplos, aplicaciones*

**Southern Pine Decks & Porches (Terrazas de Pino del Sur y Pórticos)**  
*selección de productos, lineamientos de construcción, mantenimiento*

Los siguientes dos títulos de publicaciones también se pueden descargar en inglés de la página de Publicaciones de [SouthernPine.com](http://SouthernPine.com):

**Treaded Wood in Aquatic Environments**  
*una especificación y guía ambiental para seleccionar, instalar y administrar sistemas de conservación de madera en ambientes acuáticos y zonas húmedas*

**Best Management Practices**  
*para uso de madera en ambientes acuáticos y zonas húmedas*



## LOCALIZADOR DE PRODUCTOS en línea

¿Compra productos Southern Pine de proveedores externos?

Visite el Localizador de productos en línea en

[SouthernPineGlobal.com](http://SouthernPineGlobal.com)

para encontrar a los productores miembros de SFPA.

## Fuentes de información de productos de madera tratada

Consejo Americano de Madera (American Wood Council) [awc.org](http://awc.org)  
Asociación Americana de Protección de Madera (American Wood Protection Association) [awpa.com](http://awpa.com)  
Consejo de creosota (Creosote Council) [creosotecouncil.org](http://creosotecouncil.org)  
Servicio de evaluación de ICC (ICC Evaluation Service) [icc-es.org](http://icc-es.org)  
Consejo norteamericano de postes de madera (North American Wood Pole Council) [woodpoles.org](http://woodpoles.org)

Asociación de productos forestales del sur (SFPA) [SouthernPineGlobal.com](http://SouthernPineGlobal.com) [SouthernPine.com](http://SouthernPine.com)  
Asociación de tratadores a presión del sur (Southern Pressure Treaters' Association) [spta.org](http://spta.org)  
Instituto de preservadores de madera del oeste (Western Wood Preservers Institute) [wwpinstitute.org](http://wwpinstitute.org)  
Wood Preservation Canada [woodpreservation.ca](http://woodpreservation.ca)  
Consejo de ciencia para la preservación de madera (Wood Preservative Science Council) [woodpreservativescience.com](http://woodpreservativescience.com)



6660 RIVERSIDE DRIVE, SUITE 212 METAIRIE, LA 70003 EE. UU.  
504/443-4464 • FAX 504/443-6612  
mail@sfpa.org SFPA.org

[SouthernPineGlobal.com](http://SouthernPineGlobal.com)  
[SouthernPine.com](http://SouthernPine.com)  
[SouthernPineDecks.com](http://SouthernPineDecks.com)