



the
TIE
GUIDE



Preparado para The Railway
Tie Association por

David A. Webb

Geoffrey V. Webb

Fotos y contenido adicional por

James C. Gauntt

Stephen Smith

& Dr. Terry Connors

Datos de ingeniería desarrollados por

Dr. Allan Zarembski

Editado por

James C. Gauntt

Deborah L. Corallo & Barbara Stacey

the
TIE
GUIDE

ÍNDICE DE MATERIAS

INTRODUCCIÓN.....	2
EL TRATAMIENTO DE TRAVIESAS DE MADERA.....	4
ASPECTOS TÉCNICOS Y UNA LECTURA SOBRE MADERA	6
UNA HISTORIA BREVE SOBRE LA PRESERVACIÓN DE MADERA	12
¿POR QUÉ TRATAR LA MADERA CON PRESERVANTE?.....	15
UN RESUMEN DE LAS MADERAS COMERCIALES USADAS COMO MATERIA DE TRAVIESAS.....	17
LA TRAVIESA FABRICADA DE MADERA	33
Materias Sólidas Aserradas	36
Materias Híbridas Fabricadas de Combinación	39
EL CONDICIONAMIENTO Y TRATAMIENTO DE TRAVIESAS DE MADERA	40
PREPARATION OF CROSSTIES AND TIMBERS FOR TREATMENT	41
PREPARACIÓN DE TRAVIESAS Y MADERAS PARA TRATAMIENTO	49
EFFECTOS DE LA ESTRUCTURA DE LA MADERA EN CUANTO AL TRATAMIENTO.....	50
CONTENIDO DE HUMEDAD Y SU EFECTO EN CUANTO AL TRATAMIENTO	52
EL PROCESO DE TRATAMIENTO	54
NORMAS Y ESPECIFICACIONES DEL TRATAMIENTO	57
ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DEMUESTRA LAS VENTAJAS DE LAS TRAVIESAS DE MADERA TRATADA	58
NORMAS DE AWPA PARA TRAVIESAS FERROVIARIAS.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
SOBRE LOS AUTORES.....	94

the **TIE** GUIDE

INTRODUCCIÓN

Las traviesas de madera han servido la industria ferrocarril Americana desde sus principios cuando se las usaron como la fundación de los railes en la estructura de las vías. La contabilidad y la vida útil de esta componente de madera han sido ejemplares. La información proveído en este manual proveerá al lector una descripción de la identificación, el tratamiento, y el uso más recién de la madera en el sistema de traviesas fabricadas

La madera es la única materia estructural de construcción que es renovable. Como una cosecha de madera que se puede cortar y cosechar en una base rotacional, la madera que se cierra para hacer las traviesas ha servido la industria ferrocarril por más de un siglo.

Al usar preservantes de madera, la durabilidad y la vida útil de la madera son significadamente mejoradas. Este manual junta principios de la tecnología de la madera con un enfoque en la aplicación práctica para el “clasificador de travieses en la estación” mientras él cumple con sus deberes de clasificar los robles, la mezcla de maderas duras y maderas blandas que serán tratados con una solución preservante y subsiguientemente instalados en vías carriles.

La tarea es desarrollar una relación ilustrando el desarrollo y el funcionamiento final de la traviesa de madera tratada. Adentro de este manual hay algunas aplicaciones prácticas dadas con ciertos detalles técnicos bosquejados en la sección de ingeniería de las traviesas de madera. La norma

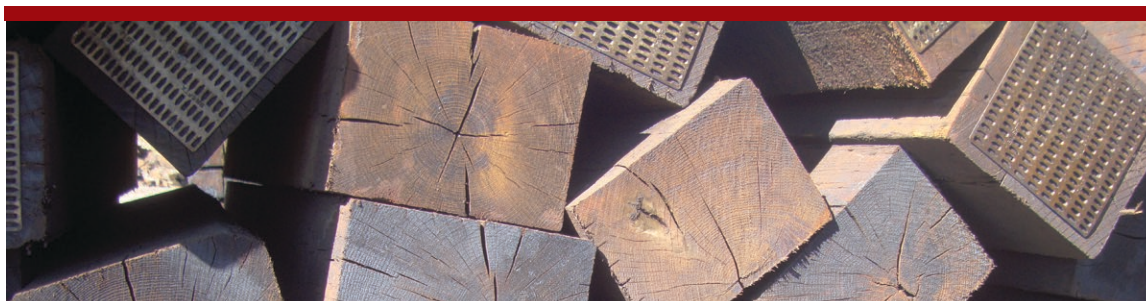


de funcionamiento de la Asociación de Traviesas para Vías Férreas (RTA) encontrada en la sección ingeniería de traviesas de madera en este manual describe características específicas de las propiedades de fuerza y aplicaciones ambientales de tráfico de cargas por los varios tipos de materiales usados para hacer traviesas.

Se desea que se use este manual tanto en el aula como para ser una guía práctica. La Asociación de Traviesas para Vías Férreas, como parte de su misión principal, realiza clases en la identificación práctica y la calificación de traviesas de madera y en los principios ingenierías detrás del funcionamiento de la traviesa. Este manual

the **TIE** GUIDE

INTRODUCCIÓN



también servirá un componente de instrucción en estas clases.

Con el uso de este manual, se debe notar que la referencia principal para el uso de preservante es la creosota, porque representa el preservante principal que se usa para tratar las traviesas de madera. A partir de esta edición en 2016, creosota, sus soluciones, y los sistemas de borato añadidos a la creosota, representan más de 90% de los preservantes usados para tratar a las traviesas de madera. Entonces, se debe considerar que en este manual el término “preservante” será usado; sin embargo, dado que los sistemas de creosota son los preservantes principales, hay instancias cuando es más propio usar el término “creosota”. Para definir más al fondo el uso de los boratos, se debe notar que durante los últimos años el sistema de preservante de creosota/borato se ha desarrollado. El uso de boro inorgánico en una solución de agua fue el primer tipo de borato usado como pretratamiento antes de una aplicación de seguimiento de creosota. Este proceso se conoce como el método de “dos pasos”. Recientemente AWPB aprobó una norma nueva, que se llama el método de “un paso” en que el borato se incorpora en la creosota como una solución. El uso de boratos facilita la penetración del preservante hasta el centro (el duramen) de la traviesa de madera. El tratamiento subsiguiente con creosota con el método de o “un paso” o “dos pasos” protege el sistema del preservante contra la pérdida de borato de lixiviación con agua.

Los otros preservantes listados en las normas de AWPB para tratar las traviesas de madera incluyen pentaclorofenol, naftenato de cobre, y Arseniato de cobre amoniacal y zinc (ACZA).

**LOS PRODUCTOS DE MADERA REPRESENTAN 47% DE TODAS LAS
MATERIAS PRIMAS FABRICADOS EN LOS E.E.U.U. PERO SOLO USAN
4% DE TODA LA ENERGÍA CONSUMIDA POR LOS FABRICANTES
ESTADOUNIDENSES.***

*Engineered Wood Association, www.apawood.org

the **TIE** GUIDE

EL TRATAMIENTO DE TRAVIESAS DE MADERA

La madera es una materia celulósica que pueda ser afectado adversariamente por hongos, insectos, y barrenillos marinos. Químicos preservantes (orgánicos y/o inorgánicos) son necesarios para proteger la madera del ataque de estos organismos.

EL GRADO DE PROTECCIÓN OBTENIDO DEPENDE EN LA TIPA DE CONSERVATIVO USADO Y EL ALCANCE DE PENETRACIÓN PROPIO Y RETENCIÓN DE LOS QUÍMICOS.

Como será discutido en capítulos más adelante, la habilidad de tratar la madera es diferente entre las varias especies de madera. También hay diferencias entre la habilidad de tratar la porción de la albura y la porción duramen de muchas especies de madera.

Con respecto a las traviesas de madera, la Asociación de Madera Preservada Americana (AWPA) Sistema de Categorías de Uso- UC4ABC (anteriormente referido como estándar C-6) para traviesas y traviesas de cambio da los requisitos generales para el tratamiento preservante por los procesos de presión. Además, en la norma son descritos el procesamiento, condicionamiento, tratamiento, resultados del tratamiento (control de calidad), y el almacenaje de materias de traviesas tratadas.

El procesamiento y el tratamiento de traviesas de madera son algo único. Históricamente,



este producto, como usado por la industria ferrocarril americana, ha sido tratado con una solución de creosota que cumple con los requisitos de la norma de AWPA P2. También hay ocasiones en cuando otros productos de madera, como materias de puentes, serán tratados usando la norma de AWPA P1/P13 cumpliendo con los requisitos para esta creosota.

Un petróleo espeso que cumple con la norma de AWPA P4 también ha sido usado para hacer una mezcla con creosota. Este mezcla de creosota y petróleo ha sido usado extensivamente por muchos años para reducir el costo de la solución preservante.

the **TIE** GUIDE

EL TRATAMIENTO DE TRAVIESAS DE MADERA

Esta mezcla de creosota ha sido USADAS principalmente en los estados occidentales y los de las Montañas Rocosas y en Canadá, que son áreas que tienen condiciones de clima no tan conducentes a la deterioración de madera de insectos u hongos. Los organismos que atacan madera – hongos xilófagos y termitas – no son tan activos en los niveles más bajos de temperatura y humedad encontrada en muchas áreas de estas regiones geográficas.

La creosota y sus soluciones son los preservantes usados más ampliamente (véase la referencia en la introducción para otros sistemas de preservación). Típicamente las traviesas son tratadas a presión usando el método de célula vacía (Proceso de Lowry o de Rueping). La retención neta de la creosota especificada suele ser entre 96.11 y 160.18 kilogramos por metro cúbico (kg/m³).

Antes del tratamiento, es precisa que las traviesas de madera sean condicionadas propiamente para alcanzar la penetración y retención deseado del preservante. Los varios métodos de condicionamiento y procedimientos de proceso son descritos en el libro AWPA Book of Standards. Un ejemplar actual de las normas de AWPA es fácilmente disponible para cualquiera que esté involucrado en el obtención, tratamiento, y uso de traviesas de madera, y puede ser obtenido de o AWPA o RTA. (Se debe notar que una copia de AWPA UC4ABC está incluida en este documento, empezando por la página 67.)



Los resultados del tratamiento son descritos en términos de la retención del preservante y la penetración del preservante. El método aceptable de la retención del preservante es basado en las lecturas de manómetros de tanque o básculas. La penetración del preservante es determinado al barrenar una muestra representativa de traviesas adentro de la carga de la materia. Cada cliente de carriles típicamente añade requisitos más específicos a la Categoría de Uso de AWPA UC4ABC, así creando un estándar de "uso específico" para los carriles.

Para más materias de consulta del tratamiento de traviesas de madera, se debe consultar los especificaciones para el tratamiento de las traviesas como son descritos en AREMA (Asociación Estadounidense de Ingeniería de Ferrocarriles y Mantenimiento de Vías). Estas especificaciones también cubren el tratamiento preservante de traviesas, traviesas de cambio, y traviesas de puentes.

the **TIE** GUIDE

ASPECTOS TÉCNICOS Y UNA LECTURA SOBRE MADERA



La madera varía significadamente tocante a su estructura. Las especies de madera dura son diferentes de las de madera blanda. Además, entre los dos grupos hay diferencias entre las especies de madera. A ser aun más específico, hay diferencias entre una sola árbol, porque el duramen suele contener sustancias no encontrados en la albura. Estas diferencias tienen influencia sobre la permeabilidad de los líquidos, como preservantes de madera, en la estructura de la madera.

Árboles de madera dura (latifolios), como pacanas, robles, y arces son conductores de savia que son más eficaces que los árboles de madera blanda (coníferas). Los árboles de madera dura se distinguen de los de madera blanda en que contienen "vasos", también conocidos como "poros". Estas células son puestos uno tras otro verticalmente en el árbol forman pasillos continuos adentro de la madera. Eso lo hace bastante fácil para penetrar la madera de muchas especies de madera dura con productos químicos de preservante. Apoyo mecánico es proveído por las fibras que rodean los poros.

the **TIE** GUIDE

ASPECTOS TÉCNICOS Y UNA LECTURA SOBRE MADERA

Los árboles de madera blanda (árboles de agujas) – como los abetos de Douglas, los pinos, las cicutas, y los abetos verdaderos – no tienen células especiales de conductores de savia que son encontrados en árboles de madera dura, sino tienen células alargadas llamados traqueidas, o fibras, que tienen punteaduras. Estas fibras sirven como tanto apoyo mecánico como para conducir la savia.

LOS FRASES MADERA BLANDA Y MADERA DURA SUELEN ENGAÑAR; ALGUNOS ÁRBOLES DE MADERA BLANDA QUE, EN LA REALIDAD, SON MÁS DUROS QUE ALGUNOS ÁRBOLES DE MADERA DURA EN CONTEXTO DE LA ESTRUCTURA.

La dureza suele ser una función de la densidad. Por ejemplo, el tulípero, aunque sea latifolio y es llamado un árbol de madera dura, es una madera dura de baja densidad. En la realidad es más bajo en densidad relativa y es más blanda que el árbol de madera blanda conífero, el abeto de Douglas.

Las maderas duras son clasificadas basadas en el tamaño de los poros y la distribución entre un anillo de crecimiento (conocido también como anillo anual). Las maderas duras, como la haya, el abedul, los árboles de caucho, y los arces, en los cuales son los poros algo uniforme en el tamaño y la distribución, son llamadas maderas de porosidad difusa. Las especies de madera que tengan niveles alternados de poros grandes y pequeños, como el fresno, Pacana, y el roble, son llamadas maderas



de porosidad anular. Las especies de madera que tengan una estructura celular entre porosidad difusa y anular son clasificadas como porosidad semi-anular (o semi-difusa). Los nogales negros y caquis son maderas de porosidad semi-anular.

La causa primaria por la diferencia entre la penetración de preservantes en los de madera dura y de madera blanda es la cantidad de duramen y de albura. Árboles jóvenes suelen ser toda albura. Mientras crece un árbol, la cantidad de duramen crece en el centro del árbol mientras los niveles de albura siguen formándose.

La albura es la porción “vidente” de la madera, que transmite fluidos y nutrientes (savia) entre las raíces y las hojas del árbol. El duramen, que suele ser más oscuro que la albura, ya no vive. El contenido de humedad del duramen y el de la albura suelen ser diferentes.

Los poros del duramen de los robles blancos

the **TIE** GUIDE

ASPECTOS TÉCNICOS Y UNA LECTURA SOBRE MADERA

y algunas otras especies son “bloqueados”, o parcialmente cerrados con crecimientos que parecen burbujas que se llaman tílides, y a veces son bloqueados con materias gomosas. Los bloqueos ocurren en algunas maderas blandas también, aunque el mecanismo es diferente.

Con la mayoría de las especies de madera, el cambio de albura a duramen aumenta la resistencia a la penetración de preservantes. Sin embargo, hay excepciones. Por ejemplo, tanto la albura como el duramen de las cicutas del este son resistentes a la penetración de líquidos. Además, hay algunas maderas, como el duramen del roble rojo, que son penetrados con bastante facilidad por líquidos.

La regla general es que la habilidad de tratar el duramen es más difícil que la de la albura. **Tabla 1 (Página 10)** muestra cuatro grupos de maderas, calificando el grado de la dificultad de penetración



para las varias especies.

Tílides desarrollan en el duramen de algunos árboles de madera dura. En cuanto a vigas de grado comercial usados para las traviesas, tílides se encuentran más comúnmente en falsas acacias y robles blancos. La influencia de las tílides en la penetración de preservantes en el duramen es fácilmente mostrado al comparar la penetración en los robles blancos y los robles rojos.

De la información dada en la **tabla 1**, se puede concluir que es difícil penetrar todos los robles blancos con preservante; y que todos los robles rojos pueden ser tratados con facilidad. Hay excepciones a esta regla. Por ejemplo, el roble castaño (*Quercus Montana*) es un roble blanco que tiene pocos tílides y pues el duramen es tratable. También hay una excepción entre los robles rojos: el roble rojo conocido por los nombres en inglés “black jack”, o “jack oak” (*Q. marilandica*) tiene poros que son cerrados por tílides, impidiendo la penetración de líquidos.

La penetración de preservantes líquidos puede ocurrir en la madera de tres direcciones:

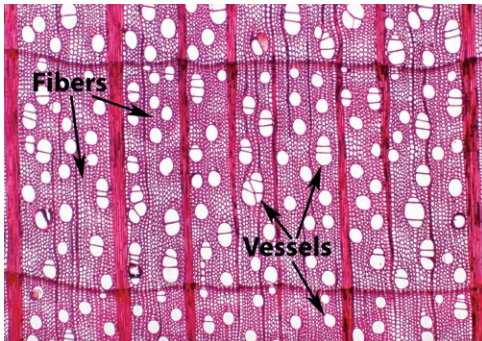
- axial, que es la dirección a lo largo del tronco,
- radial, que es en la dirección del radio desde el centro de los árboles hasta la corteza,
- tangencial, que es en la dirección de los anillos anuales, perpendicular al radio.

Con pocas excepciones, casi todas las especies son fácilmente penetradas longitudinalmente (o en la dirección vertical del árbol vidente). Se puede

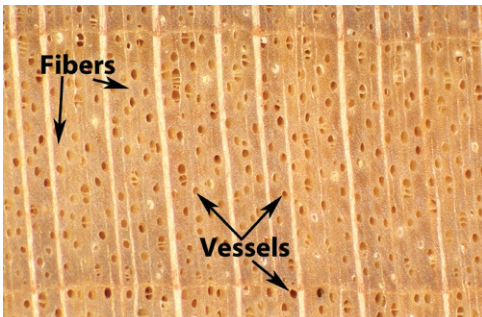
the
TIE
GUIDE

ESTRUCTURA DE LA MADERA

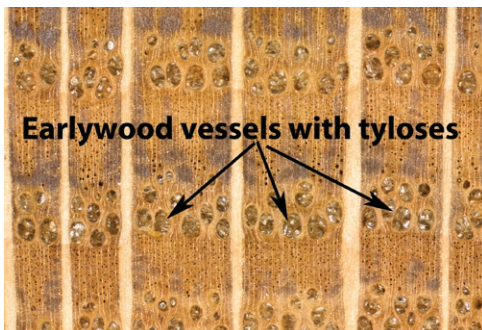
MADERA DURA



FIBRAS Y VASOS/POROS (RETROILUMINADA)

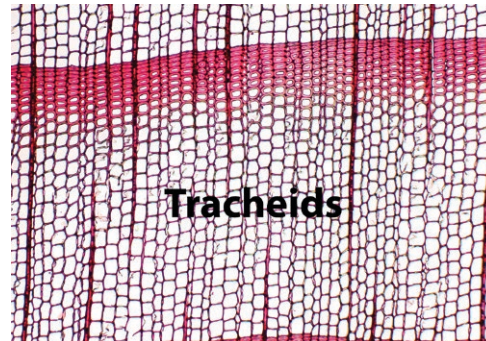


FIBRAS Y VASOS/POROS (ILUMINADA DE ARRIBA)



MADERA DURA CON TÍLIDES
(VASOS/POROS OCLUIDOS)

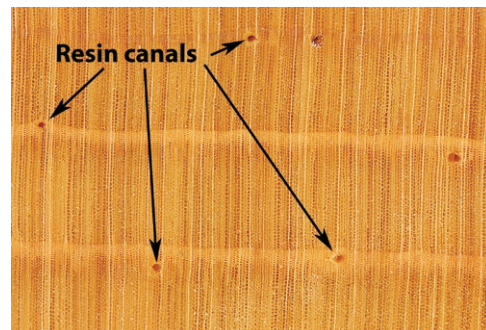
MADERA BLANDA



TRAQUEIDAS (RETROILUMINADA)



TRAQUEIDAS (ILUMINADA DE ARRIBA)



MADERA BLANDA CON CANAL RESINÍFERO

the TIE GUIDE

TABLA 1: TRATANDO CON CREOSOTA PARA TRAVIESAS *

Duramen menos difícil a penetrar-LO MÁS TRATABLE (#1)		
Maderas Blandas	Maderas Duras	31,5% de las traviesas tratadas
Pino Ponderosa	Tilo Americano Tupelo Negro Fresno Verde Abedul de Río Robles Rojos Olmo Rojo Tupelo de Agua	Mezcla interespecie Roble rojo (75%), Tupelo (80%), algunos Olmos, Fresno (80%)
Duramen medio difícil a penetrar-MEDIO TRATABLE (#2)		
Maderas Blandas	Maderas Duras	20,5% de las traviesas tratadas
Ciprés Calvo Álamo Pino Estrobo Pino de Banks Pino de hoja larga Arce azucarero Pino de hoja corta Pino de azúcar Tsuga heterófila Pino Taeda	Roble Castaño Abeto de Douglas Chopo Americano de hoja dentada Pacana de Mockernut Arce plateado Pino rojo americano Abedul Amarillo Yellow birch	Mezcla interespecie Roble Rojo (20%), Tupelo (20%), Fresno (20%), Tilo, Algunos Arces Almez Americano, Algunas Pacanas (5%)
Duramen difícil a penetrar-DIFÍCIL DE TRATAR (#3)		
Maderas Blandas	Maderas Duras	8% de las traviesas tratadas
Tsuga del Canadá Píceas de Engelmann Abeto Gigante Pino Contorto Abeto Noble Secoyas Alerce Occidental Abeto del Colorado	American sycamore Hackberry Rock elm Yellow poplar Hickories	Mezcla interespecie Roble Rojo (5%), Pacana (80%), liquidámbar (20%), Caqui, Sasafrás, Espino de los Osages, Abedul, Robinia de la Miel, Algunos Arces de duramen grande), Sicómoro, Nogal Blanco Americano, Cafetero de Kentucky, Arce Negundo
Duramen muy difícil a penetrar-LO MÁS DIFÍCIL DE TRATAR (#4)		
Maderas Blandas	Maderas Duras	40% de las traviesas tratadas
Abeto de Douglas, costero y entremontaña Tuya Occidental Alerce Oriental Western red cedar	Haya Americana Haya Americana Roble "Blackjack" Liquidámbar Roble Blanco	Mezcla interespecie Roble Blanco, Pacana (15%) Tupelo, Falsa Acacia, Moral, Catalpa Occidental, Haya, Álamo (de duramen grande)

*Algunas especies se encuentran en varias categorías de "tratabilidad" en más o menos los porcentajes con que ocurren en las cargas medias de tratadas aserradas que son mandados a las plants de tratamiento.

the **TIE** GUIDE

ASPECTOS TÉCNICOS Y UNA LECTURA SOBRE MADERA

ilustrar eso al imaginar las fibras de la madera como un “grupo de pajitas”. Estos vasos o “pajitas” varían de longitud, con los fondos cerrados. Agujeros ocurren entre los vasos, que deja el pasaje de líquidos desde un vaso al otro. Sin embargo, sigue verdadero que los líquidos se mueven más fácilmente de longitud entre la pajita en vez de radial o tangencial entre los vasos.

Aunque se usa muchas investigaciones para desarrollar el proceso tras muchas décadas, lo que es más común, el tratamiento preservante de la madera empleando los métodos de la presión no es una ciencia exacta. Esta resulta de la variabilidad de la madera misma de una dada especie y entre las varias especies. Al mirar los muchos libros consultorios citados en **las referencias bibliográficas (Página 93)** confirmarán que el tratamiento de madera es tanto un arte como una ciencia.



the **TIE** GUIDE

UNA HISTORIA BREVE SOBRE LA PRESERVACIÓN DE MADERA

La preservación de madera empezó mayormente durante la segunda mitad del siglo diecinueve. La primera fábrica de tratamiento comercial se construyó en Lowell, Massachusetts en 1848. El proceso de tratamiento utilizaba una solución hidrosoluble de la sal inorgánica cloruro mercúrico como el preservante de madera. Esta solución preservante de madera también se llamaba el proceso de Kyanizar. El uso primario de este tratamiento fue para las traviesas de madera instalados en muchos ferrocarriles del este en los Estados Unidos.

ADEMÁS, HABÍA DOS OTROS COMPUESTOS QUÍMICOS INORGÁNICOS- SULFATO DE COBRE Y CLORURO DE CINC- USADOS COMO TRATAMIENTOS HIDROSOLUBLES PARA CONSERVAR LA MADERA.

Subsiguientemente, fue determinado que esta mezcla hidrosoluble de soluciones de sal se filtra fácilmente de la madera cuando ésta fue situada en condiciones de exposición exterior donde se hallaba corrientes de agua.

Para mejorar la eficacia de los compuestos químicos hidrosoluble inorgánicos, la madera fue tratado primeramente con cloruro de cinc y después con creosota. En 1906 J.B. Card patentó un proceso de solo un paso de impregnación con una mezcla de cloruro de cinc y creosota. La mezcla de cloruro de cinc/creosota para el tratamiento de traviesas logró clímax en los



años veinte mientras el proceso de tratamiento subsiguiente fue abandonado en 1934.

La primera fábrica completa de tratamiento con celulósica creosota se construyó en 1865 en Somerset, Massachusetts. Sin embargo, hay más significancia asociado con la planta que se construyó en 1875 en West Pascagoula, Mississippi. Esta planta fue construido por el Louisville and Nashville Railroad para el tratamiento de las varias materias de madera, incluso traviesas para ser USADASs por el sistema ferrocarril. Generalmente se considere que este marcó el desarrollo inicial de las fábricas modernas del tratamiento de madera apresurada.

the
TIE
GUIDE

UNA HISTORIA BREVE SOBRE LA PRESERVACIÓN DE MADERA

El proceso de célula llena fue conocido también como el proceso de Bethell y fue usado casi exclusivamente en los primeros tratamientos. Por el hecho de que no siempre era posible tratar madera no desecada (traviesas “verdes” con un nivel alto de humedad) satisfactoriamente, el proceso Boulton se patentó en los Estados Unidos en 1881. Este método de condicionamiento (proceso Boulton), o hirvición de maderas bajo vacío, sacó agua libre de las células de la madera, que entonces dejó que la creosota impregnó la madera. El proceso de célula llena utilizó la cantidad máxima de preservante en la madera. Pues, por razones económicas, dos nuevos procesos de célula vacía fueron desarrollados. Estos procesos de célula vacía fueron nombrados por dos individuos que los desarrollaron y patentaron- Max Rueping en 1902 y C.B. Lowry en 1906.

Los procesos de Rueping y Lowry cubren la célula de la madera y, pues, resulta en una retención significadamente menos del preservante que habría sido retenido con el proceso Bethell. Este proceso (célula vacía), con ciertas modificaciones, es el tratamiento primario que se usa hoy día para las traviesas de madera.



the **TIE** GUIDE

UNA HISTORIA BREVE SOBRE LA PRESERVACIÓN DE MADERA

Con más enfoque en proveer una solución de tratamiento económica para traviesas tratadas con creosota, materias como alquitrán de hulla, de gas de agua, y petróleo fueron mezclados con creosota. Estas diluyentes fueron añadidos para reducir el costo del preservante de la mezcla sin reducir demasiado la eficacia. Alquitrán de gas de agua ya no es disponible y los fabricantes del preservante de creosota han minimizado la adición de alquitrán de hulla. El uso de petróleo pesado sigue hoy y se mezcla con creosota para el uso por muchos ferrocarriles en climas áridos al oeste del río Mississippi. Las mezclas creosota/petróleo son usados exclusivamente por los ferrocarriles de Canadá para el tratamiento de las traviesas de madera.

El uso de creosota y sus soluciones llegó a clímax en 1929 cuando 203 fábricas informaron del tratamiento de aproximadamente 10.194 millones de mitres cubicas de madera que incluye 60 millones de traviesas. Creosota seguía ser el tratamiento dominante hasta una falta del preservante ocurrió durante la segunda guerra mundial.

Durante los principios de década 50 pentaclorofenol (una concentración de 5 a 9 por ciento) disuelto en aceite llegó a ser usado para el tratamiento de postes. En la década 60, soluciones de preservante hidrosoluble que fueron significadamente más resistente a la filtración de arseniato de cobre cromatado (CCA), arseniato de cobre amoniaco (ACA), y una formulación revisado para incluir cinc (ACZA), con muchas otras formulaciones de preservantes que contienen cobre fueron desarrollados. Estas preservantes

hidrosoluble han tenido un impacto significativo en el volumen aumentado de madera que es tratado de presión para el uso en el mercado de consumo.

La industria del tratamiento de madera continuará buscar más nuevas novedades potenciales para conservar las traviesas de madera. Aparte de la creosota y las soluciones de ésta (incluso los sistemas de borato), dos óleo-soluble preservantes – pentaclorófenol y naftenato de cobre, y ACZA, un preservante hidrosoluble, se dejan usar en las especificaciones de la norma UC4 de AWPA para el tratamiento de traviesas, traviesas de cambio, traviesas de puente, y maderas.

La creosota, y las soluciones de ésta, sigue siendo el preservante preferido en el tratamiento de madera usado por los ferrocarriles. El tratamiento de la traviesa de madera con creosota y las soluciones de ésta no solo guarda la madera de los organismos de la descomposición e insectos, como las termitas, que atacarán y destruirán la madera, sino que también provee la madera con un grado de habilidad de resistir erosión.

La creosota no se mezcla fácilmente con agua. De hecho, cuando la madera es tratada con creosota, el agua será repelida. Además, se estima que la vida útil de la traviesa de madera tratada es mucho más de 30 años. Por el hecho de que se ha usado la traviesa de madera tratada desde los principios de los años de 1880 – más de 125 años – no parece difícil entender la reticencia de los ferrocarriles para separarse de un compañero tan fiable.

the **TIE** GUIDE

POR QUÉ TRATAR LA MADERA CON PRESERVANTE?

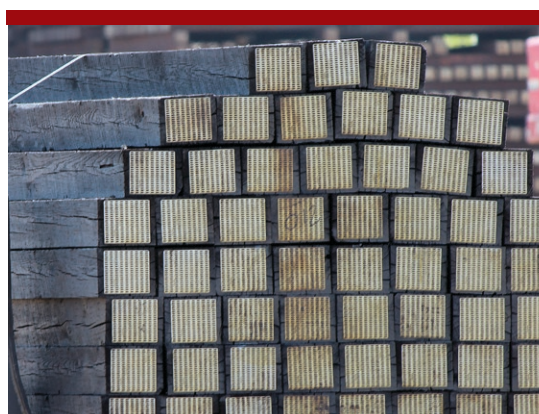
La madera ha sido una materia preeminente para muchos tipos de construcción en todo el mundo. Una razón significativa de eso es que tanto en Norteamérica, como otras partes del mundo, existe una fuente abundante de madera. Además, la madera es una materia de construcción que es renovable.

MUCHOS PRODUCTOS DE LA MADERA, INCLUSO LAS TRAVIESAS, CON OTRAS MATERIAS DE MADERA USADAS POR LA INDUSTRIA FERROCARRIL, SON FABRICADOS DE ÁRBOLES QUE CRECEN ENTRE UN PERIODO DE TIEMPO RAZONABLE.

Por razones de economía y durabilidad, es importante extender la vida útil de los productos de madera. Eso es el objetivo primario por el uso de las materias preservantes en el tratamiento de los productos de madera. Al extender la vida útil de la madera, el costo final del producto es significadamente bajado y la construcción es mucha más permanente.

La industria de las traviesas es un ejemplo principal que demuestra los beneficios del tratamiento con preservante de la madera. Durante la primera parte del siglo 20, la vida útil promedio de las traviesas sin ser tratadas fue aproximadamente cinco años y medio. Subsiguientemente, el tratamiento con preservantes extendió la vida útil hasta un promedio aproximado de vida de más de treinta años.

Algunas especies son naturalmente más duraderas.



Se debe comparar las traviesas no tratadas de los robles rojos y los robles blancos. Se consideren que los robles rojos y robles blancos tienen propiedades semejantes de fuerza estructural. Las traviesas no tratadas de roble blanco demuestran una vida útil promedio de doce años. Pues, la vida útil de esta materia de roble blanco que es naturalmente resistente a la descomposición es más que doble la de las traviesas no tratadas de roble rojo, pero aún menos que la madera tratada.

La conclusión nunca debe ser que "maderas que son naturalmente durable" tendrán una vida útil suficiente como una traviesa o como otros componentes de construcción de madera. La vida útil es maximizada cuando cualquiera de los grupos de madera de los robles es impregnado con creosota. Preservantes de la madera aumentan la vida de los productos de madera hasta cinco a ocho veces más.

Para lograr la durabilidad maximizado, los

the **TIE** GUIDE

POR QUÉ TRATAR LA MADERA CON PRESERVANTE?



preservantes de madera necesitan penetrar la madera hasta una cierta profundidad para inhibir daño de los varios organismos que destruyen la madera como hongos que descomponen, insectos (es decir termitas) y barrenillos marinos. Con respecto a las traviesas, hongos y termitas suelen ser los organismos más peligrosos. Cuando son propiamente tratados con una preservante como la creosota, la deterioración de la madera por estos organismos es básicamente eliminado.

También es importante notar que hay agentes físicas que caen en la clasificación muy ancho de habilidad de resistir erosión que efectúan la estructura de la madera. Estos agentes incluyen la luz ultravioleta, el calor, la abrasión, y la exposición a condiciones climáticas que alternan. Estos agentes físicos, y sus efectos en la madera, pueden ser minimizados cuando la traviesa ha sido tratada con creosota o un preservante de tipo aceite.

El logro de durabilidad máxima y, pues, el aumento de la vida útil de la materia de las traviesas de madera, requiere tratamiento por preservante.

Históricamente, la eficacia de creosota y las soluciones de ésta ha sido ha sido ejemplar. El uso de esta preservante hace que la traviesa de madera sea un producto duradera y económica, producido de un recurso de madera renovable. Esta eficacia sin comparación es la razón por lo cual la madera sigue como la selección predominante de los ferrocarriles para la construcción y mantenimiento de la estructura de las vías ferrocarriles.

Como fue notado en la introducción, en la actualidad los boratos inorgánicos se usan como parte de un proceso de tratamiento dual. Los boratos facilitan el tratamiento con preservante de la madera por todo el corte transversal de la traviesa de madera (véase arriba a la izquierda). Cualquier tratamiento subsiguiente con preservantes de madera transportados por aceite protege el sistema del preservante de la pérdida de borato por la lixiviación de agua. Eso es particularmente importante en las especies refractarias de madera como el roble blanco donde es difícil tratar el duramen. **Tabla 1** ilustra la significancia de eso basado en el uso de las especies por los ferrocarriles.

the **TIE** GUIDE



UN RESUMEN DE LAS MADERAS COMERCIALES USADAS COMO MATERIA DE TRAVIESA

Muchas de las especies de madera son USADASs para las traviesas de madera. Las maderas USADASs más comúnmente son los robles y lo que se conoce como las maderas duras mezcladas, que incluyen los árboles de caucho, los arces, los abedules y Pacanas. Muchas especies de las maderas blandas, como los abetos de Douglas, las cicutas, los abetos verdaderos, y muchas especies de los pinos también son utilizadas como materias de las traviesas. La idoneidad y el uso relativo de las varias especies de madera para traviesas dependen en sus características de fuerza.

Las propiedades de fuerza más importantes que son considerados para la madera como materia para una traviesa son:

- la esfuerza de flexión
- dureza axial, que es la fuerza en la compresión que es paralelo con las fibras. Eso indica la resistencia a empuje lateral y la extracción de clavos
- dureza lateral, que es la compresión perpendicular a las fibras. Eso indica la resistencia a cizallaje

En el contexto de este capítulo, todas de las especies de madera reconocidos por la AREMA y RTA estarán puestos en siete categorías para las traviesas sólidas de madera aserrada. El próximo capítulo en el Sistema de Traviesas Ingenierías da las características de la materia y la fuerza según los siete grupos de especies de la madera que son los siguientes:

- Los Robles
- Maderas Duras Mezcladas del Norte
- Maderas Duras Mezcladas del Sur
- Pino
- Maderas Blandas Orientales
- Maderas Blandas Occidentales
- Abetos de Douglas

La información dada por las varias especies de Madera como materias de traviesas pueden ser separados según las características de la habilidad de tratar, el muestro, y la fuerza. Típicamente la densidad, o la densidad relativa, indica las características du fuerza de una especie de madera **(Tabla 2)**.

the **TIE** GUIDE

UN RESUMEN DE LAS MADERAS COMERCIALES USADAS COMO MATERIA DE TRAVIESA

LOS ROBLES

Cada de los siete grupos de traviesas sólidas de madera aserrada consiste de muchas especies de madera. Por ejemplo, los robles pueden ser separados en dos grupos, rojo y blanco. Hay doce especies de la madera listada por los robles rojos; y diez por los robles blancos. Nombres tanto comunes como científicos son dados para cada especie en la **Tabla 3**.

Entre Norteamérica, las traviesas de robles rojos y blancos son producidos primariamente de los estados y provincias de la región atlántica costal, las regiones de sur y de las montes Apalaches, y las áreas de los lagos centrales (véase **Figura 1, Página 23**, que destaca las locaciones geográficos de las varias especies de la madera). Hay dos excepciones para los robles: el roble negro de California (grupo de robles rojos) y roble Oregón blanco (grupo de robles blancos), ambos crecen en el oeste de los Estados Unidos.

POR LO GENERAL, LA SEPARACIÓN DE LOS GRUPOS DE ROBLES ROJOS Y ROBLES BLANCOS INDICAN LA TRATABILIDAD RELATIVA; LOS ROBLES ROJOS SON MÁS FÁCILMENTE TRATADOS; LOS ROBLES BLANCOS SON DIFÍCILES PARA TRATAR POR LA PRESENCIA DE TÍLIDES. HAY DOS EXCEPCIONES A ESTO: EN EL GRUPO DE ROBLES ROJOS, EL ROBLE MARILANDICA TIENE TÍLIDES, PUES ES DIFÍCIL TRATARLO. EL ROBLE CASTAÑO EN EL GRUPO DE ROBLES BLANCOS, NO TIENE TÍLIDES Y ES FÁCILMENTE TRATADO.

La albura de tanto el grupo de los robles rojos como de los robles blancos tiene color blanco, entre uno y dos pulgadas de anchura y es fácilmente tratado. El duramen del grupo de los robles rojos generalmente es de color marrón rojizo; El duramen de los robles blancos suele ser de color marrón grisáceo o marrón oliva. Los radios más anchos son amplios y bastante conspicuos en ambas especies. Con las dos excepciones previamente mencionadas, la presencia de tílides es una característica que distingue los robles rojos y los blancos.

Aunque el duramen de los robles blancos es difícil penetrar con preservantes, tiene una resistencia a la descomposición medio satisfactorio. Es importante condicionar propiamente las traviesas de madera de roble blanco con "un sobre" de preservante en sus superficies exteriores.

Los Robles, como grupo, son muchas veces especificados por la industria ferrocarril para las traviesas por su dureza, durabilidad, y excelente vida útil.

the **TIE** GUIDE

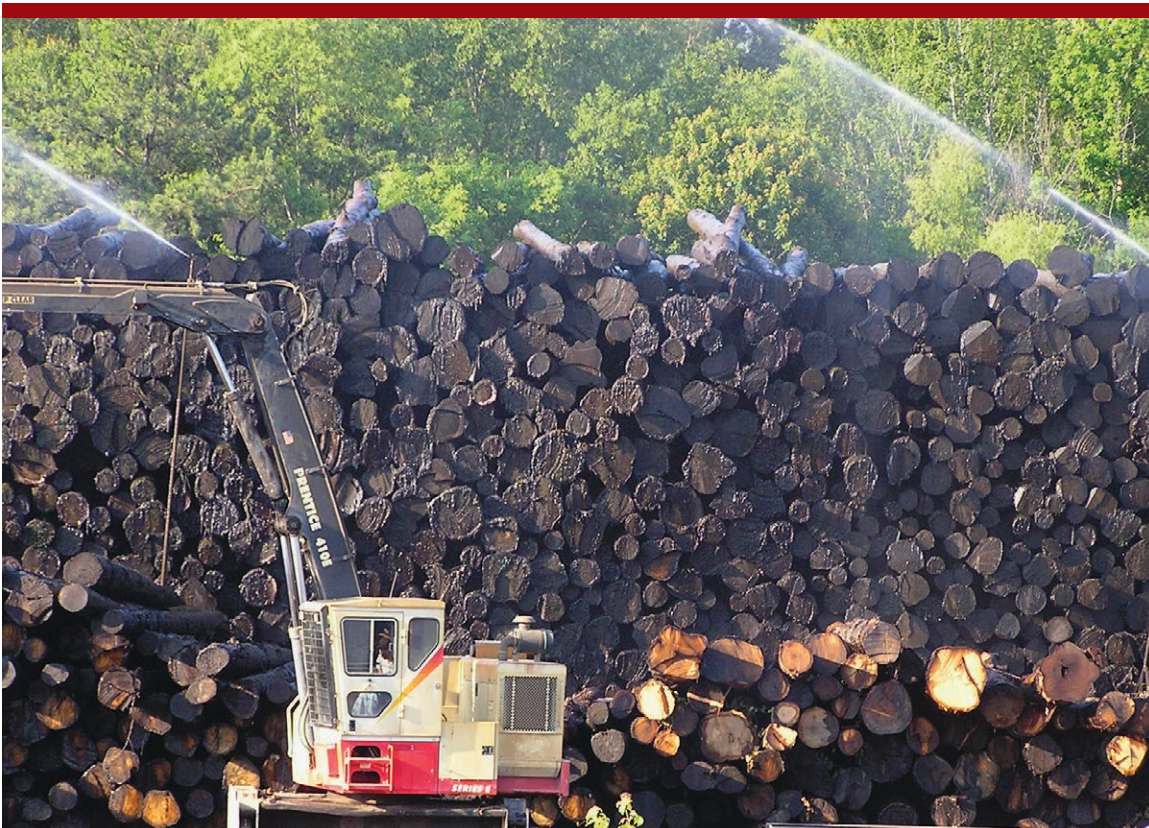
TABLA 2

Densidad Relativa (DR) a las 12% C

Gimnospermas	DR	Angiospermas
	1,0	
	0,95	
	0,85	
	0,75	Caqui Jicoria Ovada
	0,70	Robinia Negra Roble Rojo Roble Blanco
	0,65	Haya Robinia de la Miel Pacana Roble Rojo
	0,60	Fresno Blanco Tupelo Arce Azucarero Abedul Amarillo
Pino Amarillo del Sur Alerce Oriental	0,55	Nogal Negro Arce Rojo
Abeto de Douglas	0,50	Cerezo Negro Americano Olmo Blanco Liquidámbar
Tsuga Heterófila	0,45	Sasafrás Castaño
Píceas Secuoya	0,40	Tulípero Catalpa Tilo
Pino Oriental Tuya gigante	0,35	Álamo Negro de Norteamérica Nogal Blanco
	0,30	

the
TIE
GUIDE

**UN RESUMEN DE LAS MADERAS
COMERCIALES USADAS COMO
MATERIA DE TRAVIESA**



MADERAS DURAS MEZCLADAS DEL NORTE Y DEL SUR

Estos son el segundo y el tercer grupo de madera comercial usado por la industria de tratar madera para producir las traviesas. Como fue previamente indicado, son predominantemente los árboles de caucho, los arces, los abedules y Pacanas que hacen el grupo total de madera dura mezclada. Con respecto al volumen tratado cuando los grupos se hacen uno, estos dos grupos representan la cantidad de segunda grandeza de madera usado como materia de traviesas.

the
TIE
GUIDE

**UN RESUMEN DE LAS MADERAS
COMERCIALES USADAS COMO
MATERIA DE TRAVIESA**



Como indicado por la sección que sigue este resumen descriptivo de las varias maderas USADAS para las traviesas, hay treinta y cuatro especies de madera que están en el grupo de maderas duras mezcladas del norte (**tabla 4**); hay veintiuna especies diferentes incluidos en el grupo de maderas duras mezcladas del sur (**tabla 5**). Debe ser notado que, por las regiones en las cuales las varias especies crecen, hay coincidencia entre los grupos de madera dura mezclada. Por ejemplo, tanto las pacanas como los arces se encontrarán creciendo en localidades en el norte y también en el sur – por ejemplo, el arce rojo se encuentra desde Nueva Inglaterra hasta Georgia.

LA TRATABILIDAD DE DIFERENTES ESPECIES DE MADERA DURA MEZCLADA ES DADA JUNTO CON LA REGIÓN NORTEAMERICANA DE LA QUE SON COSECHADAS EN **FIGURA 1** Y **TABLAS 4 Y 5**. LA TRATABILIDAD DE LAS MADERAS DURAS MEZCLADAS VARÍA DESDE FÁCIL HASTA MUY DIFÍCIL.

De las maderas duras mezcladas, los olmos blancos (olmos americanos), fresnos, tupelos, tupelos de agua, árboles de caucho – con la excepción de liquidámbar – y los abedules son los más tratables.

the **TIE** GUIDE

UN RESUMEN DE LAS MADERAS COMERCIALES USADAS COMO MATERIA DE TRAVIESA

Tanto las pacanas como los arces son considerados solo medio tratables. Los almeces y sicómoros son medio más difícil de tratar. Los más difíciles de tratar del grupo de madera dura mezclada son las hayas, robinias negras, catalpas, morales, y liquidámbar.

Aun en las maderas que son más difíciles para tratar, la albura “más exterior” puede ser tratada fácilmente, así creando un “sobre” de preservante para proveer protección a la traviesa. Se debe notar que un asterisco (*) es dado por muchas maderas – cerezo negro, nogal negro, robinia de la miel, espino de los osages, etc. No hay data disponible en la tratabilidad del duramen de estas especies de madera. Generalmente ha sido considerado que el duramen de “color oscuro” de estas maderas no será penetrado por preservantes líquidas y si la albura es presente que será tratada.

Las especies de madera que hacen los grupos de maderas duras mezcladas del norte y del sur han dado muestras de servicio excelente como materia de traviesa ferrocarril. Eso es importante porque los recursos del bosque siempre cambian y la utilización de todas las especies apropiadas de madera deja que los ferrocarriles mejoren los económicos para la traviesa de madera. Los ferrocarriles canadienses, por ejemplo, han sacado vidas útiles excelentes de arce dura. Varios ferrocarriles en los Estados Unidos han sacado servicio más que satisfactorio de los árboles de caucho.

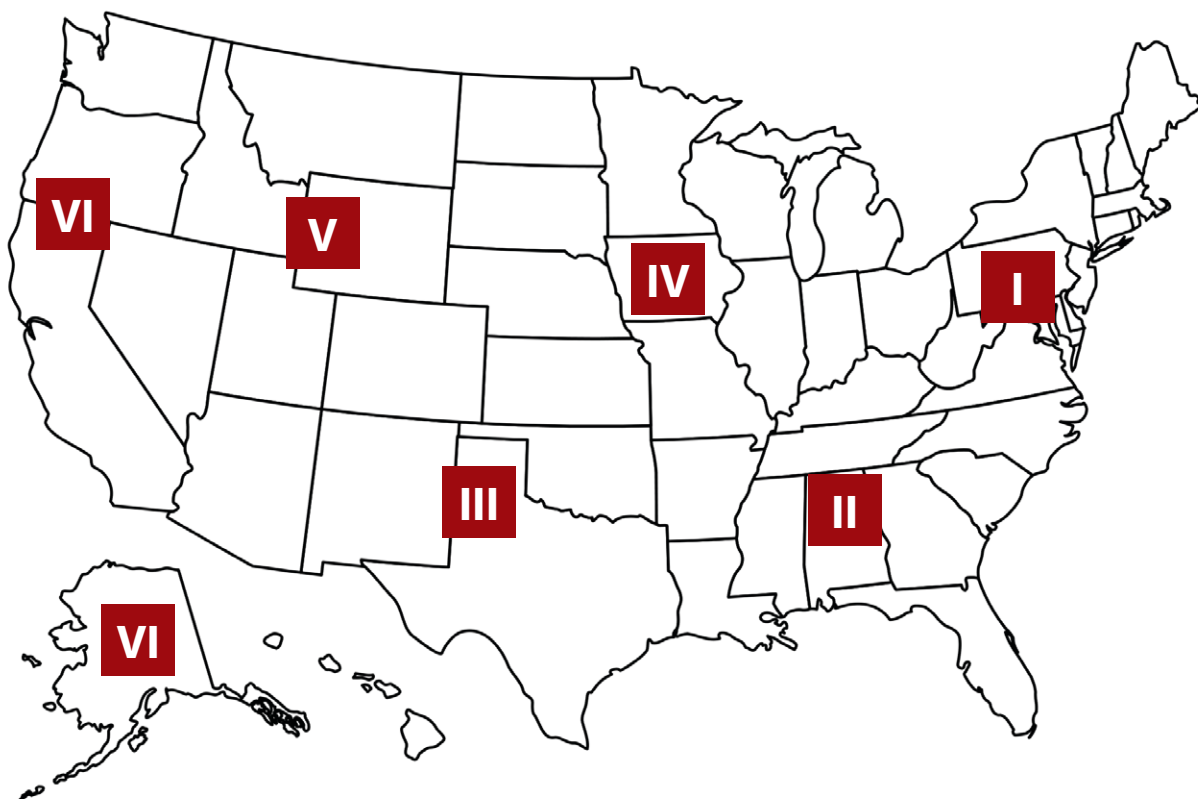
PINOS AMARILLOS DEL SUR

Hay cinco especies que forman este grupo de Madera. La madera de las varias especies es muy semejante en las apariencias. El duramen empieza formar cuando el árbol tiene más o menos veinte años. Generalmente la albura, que es fácilmente tratado, forma la mayor porción (volumen) de las maderas que son producidos. Los pinos amarillos del sur se encuentran en el sur de los EEUU y todos se tratan en una manera semejante (véase la **tabla 6**).

Para obtener madera pesada y estructuralmente fuerte de los pinos del sur, es necesario especificar materia de “alta densidad”. Las características visuales (i.e. anillos de crecimiento por pulgada) son citadas en las especificaciones por la materia estructural. Pino del sur denso ha sido usado extensivamente por muchos ferrocarriles como traviesas y maderas de puente con resultados de servicio muy satisfactorio. Sin embargo, se debe considerar el hecho de que los pinos del sur son, generalmente, más bajos de densidad que los robles y las maderas duras mezcladas y pues no resistirán cizallaje al mismo grado. Por eso las maderas más densas son especificadas para las vías primarias de alta densidad.

the
TIE
GUIDE

**FIGURA 1: MADERAS COMERCIALES
USADAS COMO MATERIAS PARA
TRAVIESAS POR REGIÓN**



the **TIE** GUIDE

TABLA 3: ROBLES

Nombre Comercial de Madera (Especie)	Locación	Tratabilidad
ROBLES ROJOS		
Quercitrón (<i>Quercus velutina</i>)	I,II,IV	1
Roble de Maryland (<i>Q. marilandica</i>)	II,III	4
Roble Negro de California (<i>Q. kelloggii</i>)	VI	1
Roble de Hill (<i>Q. ellipsoidalis</i>)	IV	1
Roble Rojo Americano (<i>Q. rubra</i>)	I,II,IV	1
Roble Palustre Americano (<i>Q. palustris</i>)	I,IV	1
Roble Escarlata (<i>Q. coccinea</i>)	I,II,IV	1
Roble Imbricaria (<i>Q. imbricaria</i>)	I,III,IV	1
Roble de Shumard (<i>Q. shumardii</i>)	II,III,IV	1
Roble Español (<i>Q. falcata</i>)	I,II	1
Roble Negro Americano (<i>Q. nigra</i>)	II,III	1
Roble de Hojas de Sauce (<i>Q. phellos</i>)	II,III	1
ROBLES BLANCOS		
Roble Bur (<i>Q. macrocarpa</i>)	I,III,IV	4
Roble Castaño (<i>Q. prinus</i>)	I,IV	2
Roble Chincapín (<i>Q. muehlenbergii</i>)	I,II,III,IV	4
Encina del Sur (<i>Q. virginiana</i>)	II	4
Roble Oregón Blanco (<i>Q. garryana</i>)	VI	4
Roble Lirata (<i>Q. lyrata</i>)	II	4
Roble Blanco (<i>Q. alba</i>)	I,II,IV	4
Roble Encino (<i>Q. stellata</i>)	I,II,III	4
Roble Castaño de Patano (<i>Q. michauxii</i>)	II	4
Roble Bicolor (<i>Q. bicolor</i>)	I,IV	4

the
TIE
GUIDE

TABLA 4: MADERAS DURAS MEZCLADAS DEL NORTE

Nombre Comercial de Madera (Especie)	Locación	Tratabilidad
Olmo Blanco (<i>Ulmus americana</i>)	I,II,III,IV	1
Olmo Rubra (<i>U. rubra</i>)	I,II,III,IV	1
Almez Americano (<i>Celtis occidentalis</i>)	I,IV	3
Robinia Negra (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	I,II,III	4
Mora Roja (<i>Morus rubra</i>)	I,II,III,IV	4
Catalpa Occidental (<i>Catalpa speciosa</i>)	I	4
Robinia de la Miel (<i>Gleditsia triacanthos</i>)	II,III,IV	*
Fresno Blanco (<i>Fraxinus americana</i>)	I,II,III,IV	1
Sasafrás (<i>Sassafras albidum</i>)	I,II,IV	*
Caqui de Virginia (<i>Diospyros virginiana</i>)	I,II,IV	2
Pacana		
Shagbark (<i>Carya ovata</i>)	I,II,IV	2
Shellbark (<i>C. laciniosa</i>)	I,IV	2
Pignut (<i>C. glabra</i>)	I,II,IV	2
Mockernut (<i>C. tomentosa</i>)	I,II,IV	2
Bitternut (<i>C. cordiformis</i>)	I,II,IV	2
Pecan (<i>C. illinoensis</i>)	II,III,IV	2
Sycamore (<i>Platanus occidentalis</i>)	I,II,III,IV	3
Beech (<i>Fagus grandifolia</i>)	I,II,IV	4
Arce		
Arce Azucarero (<i>Acer saccharum</i>)	I,IV	2
Arce Plateado (<i>A. saccharinum</i>)	I,II,IV	2
Arce Negro (<i>A. nigrum</i>)	I,IV	2
Arce Rojo (<i>A. rubrum</i>)	I,II,IV	2
Arce Negundo (<i>A. negundo</i>)	I,II,III,IV,V	2
Cerezo Negro Americano (<i>Prunus serotina</i>)	I,II,III,IV	*
Nogal Negro Americano (<i>Juglans nigra</i>)	I,II,III,IV	*
Nogal Blanco Americano (<i>Juglans cinerea</i>)	I,III,IV	*
Abedul Amarillo (<i>Betula alleghaniensis</i>)	I,IV	1
Abedul Dulce Americano (<i>Betula lenta</i>)	I,II	1
Abedul Negro (<i>Betula nigra</i>)	I,II,IV	1
Álamo Negro (<i>Populus deltoides</i>)	II,III,IV	1
Túpelo (<i>Nyssa sylvatica</i>)	I,II,IV	1
Liquidámbar (<i>Liquidambar styraciflua</i>)	I,II,III	4
Tulípero (<i>Liriodendron tulipifera</i>)	I,II,IV	3
Tilo Americano (<i>Tilia americana</i>)	I,IV	1

the **TIE** GUIDE

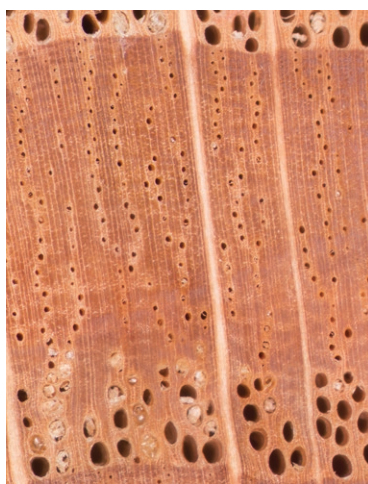
**TABLA 5: MADERAS DURAS
MEZCLADAS DEL SUR**

Nombre Comercial de Madera (Especie)	Locación	Tratabilidad
Olmo Alada (<i>Ulmus alata</i>)	II	3
Espino de los Osages (<i>Maclura pomifera</i>)	III	*
Cafetero de Kentucky (<i>Gymnocladus dioicus</i>)	I,II,IV	*
Caqui de Virginia (<i>Diospyros virginiana</i>)	I,II,IV	*
Hickory		
Jicoria Ovada (<i>Carya ovata</i>)	I,II,IV	2
"Pignut" (<i>C. glabra</i>)	I,II,IV	2
"Mockernut" (<i>C. tomentosa</i>)	I,II,IV	2
"Bitternut" (<i>C. cordiformis</i>)	I,II,IV	2
Pacana (<i>C. illinoensis</i>)	I,III,IV	2
"Nutmeg" (<i>C. myristicaeformis</i>)	II	*
Acuatca (<i>C. aquatica</i>)	I,III	*
Maple		
Arce Plateada (<i>Acer saccharinum</i>)	I,II,IV	2
Arce Rojo (<i>A. rubrum</i>)	I,II,IV	2
Arce Negundo (<i>A. negundo</i>)	I,II,III,IV,V	2
Cerezo Negro Americano (<i>Prunus serotina</i>)	I,II,III,IV	*
Nogal Negro Americano (<i>Juglans nigra</i>)	I,II,III,IV	*
Nogal Blanco Americano (<i>Juglans cinerea</i>)	I,III,IV	*
Abedul Negro (<i>Betula nigra</i>)	I,II,IV	1
Gums		
Túpelo (<i>Nyssa sylvatica</i>)	I,II,IV	1
Liquidámbar (<i>Liquidambar styracifua</i>)	I,II,III	4
Túpelo de agua (<i>Nyssa aquatica</i>)	II	1

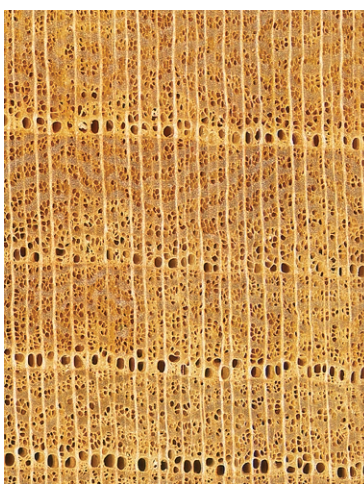
* - como indicado, no se encuentra ningún referencia sobre estas especies de Madera y la habilidad de tratar el duramen

the
TIE
GUIDE

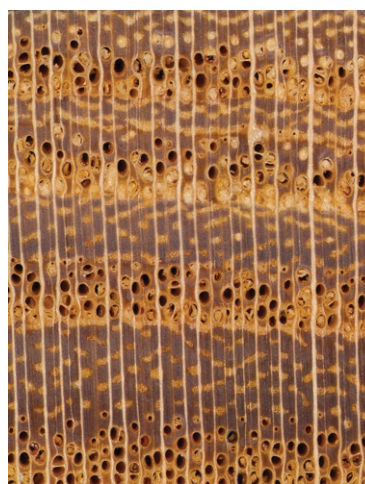
**EJEMPLOS DE SECCIONES
DE ESPECIES DE MADERA DURA
POROSIDAD ANULAR (Y SEMI-ANULAR)**



ROBLE ROJO



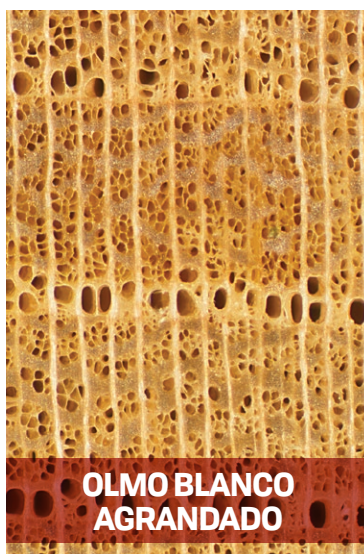
OLMO BLANCO



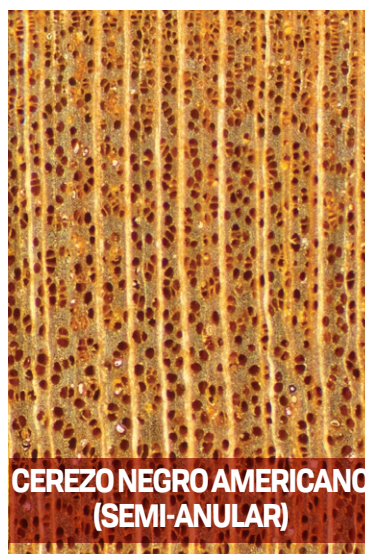
ROBINIA DE LA MIEL



ROBLE BLANCO



**OLMO BLANCO
AGRANDADO**



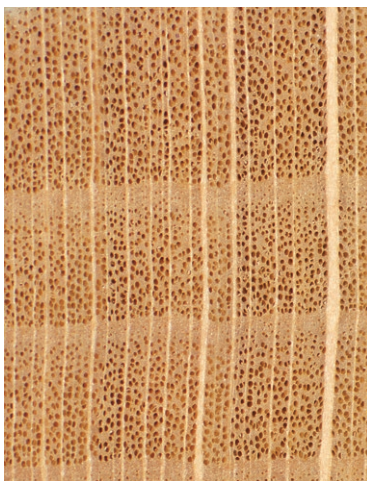
**CEREZO NEGRO AMERICANO
(SEMI-ANULAR)**

Micrografías por TERRY CONNERS, Universidad de Kentucky

the
TIE
GUIDE

**EJEMPLOS DE SECCIONES
DE ESPECIES DE MADERA DURA**

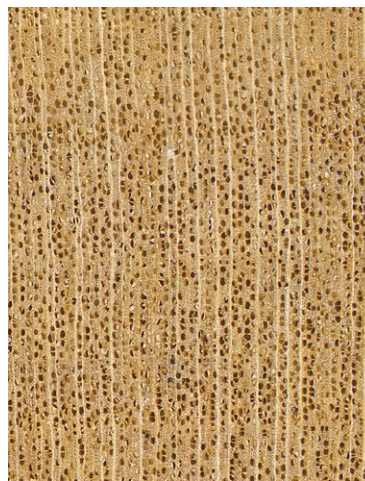
POROSIDAD DIFUSA



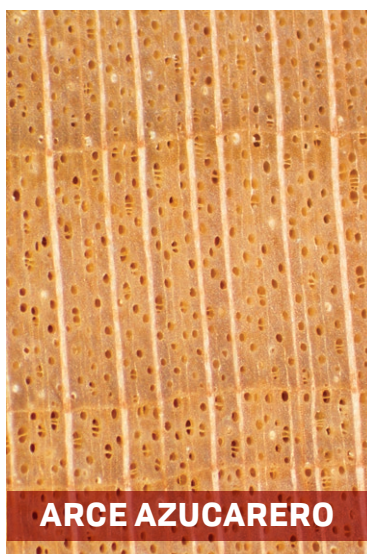
HAYA AMERICANA



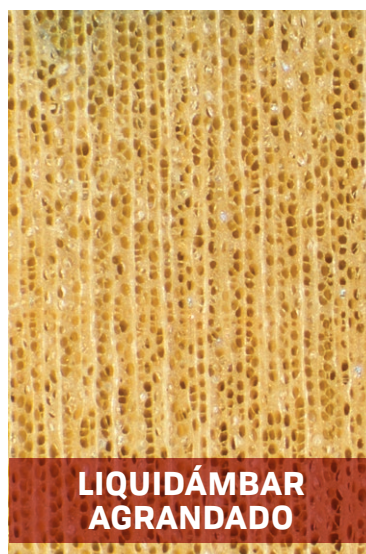
LIQUIDÁMBAR



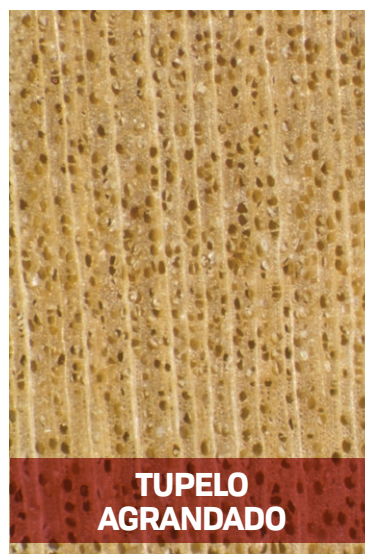
TUPELO



ARCE AZUCARERO



**LIQUIDÁMBAR
AGRANDADO**



**TUPELO
AGRANDADO**

Micrografías por TERRY CONNERS, Universidad de Kentucky

the **TIE** GUIDE

UN RESUMEN DE LAS MADERAS COMERCIALES USADAS COMO MATERIA DE TRAVIESA

MADERAS BLANDAS ORIENTALES Y OCCIDENTALES

El quinto y el sexto grupo de maderas que son USADASs para hacer traviesas consisten de muchas especies de las regiones del este y del oeste de Norteamérica. Hay seis maderas de la región este y trece especies del área occidental. Información de las locaciones de crecimiento y de tratabilidad es dada en **tablas 7 y 8** por los dos grupos respectivos de maderas blandas.

EL USO DE LAS MADERAS BLANDAS DEL ESTE (CEDROS BLANCOS, ABETOS, TSUGAS, PICEAS, Y ALERCE ORIENTALES) PARA TRAVIESAS DE UNA VÍA PRIMARIA ES LIMITADO. SIN EMBARGO, Y SIN DUDA, HAY ALGO DE USO DE LAS MADERAS BLANDAS DEL ESTE EN AQUELLAS REGIONES CERCA DEL ÁREA LOCAL DE COSECHA.

Maderas blandas se usarían más para la construcción de vías secundarias y para maderas de puentes. Se considere que todas las maderas blandas del este son difíciles para tratar con preservantes como la creosota. Aun la albura de tsuga oriental es difícil tratar y, con esta especie, es necesario hacer incisiones, no solo para ayudar secar la traviesa, sino también para mejorar la penetración de los preservantes.

ABETO DE DOUGLAS

La única madera USADAS para las traviesas ya para mencionar es el abeto de Douglas. Es la única especie con los datos de locación de crecimiento y de tratabilidad dados en la **tabla 9**. Sin embargo, hay dos tipos de abeto de Douglas - de la costa y las entre montañas. La variedad costal es considerado moderadamente tratable; mientras la tipa entre montaña es muy difícil tratar. El tratamiento de abeto de Douglas con creosota requiere hacer incisiones en las traviesas y maderas para la penetración de preservante suficiente.

Esta especie de madera es una que se refiere como teniendo "albura flaca"; usualmente no más que una pulgada de grueso, pero en árboles de segundo crecimiento de tamaño comercial la albura puede alcanzar hasta tres pulgadas de grueso. El alcance de los abetos de Douglas es desde las montañas rocosas hasta la costa pacífica y desde México hasta el centro de Colombia Británica. Cantidades considerables de estas especies de madera se encuentran como traviesas para el uso en vías primariamente en Canadá y en el oeste de los Estados Unidos. Los abetos de Douglas también han sido usados extensivamente para hacer puentes.

the
TIE
GUIDE

TABLA 6: PINOS AMARILLOS DEL SUR

Nombre Comercial de Madera (Especie)	Locación	Tratabilidad
Piceas Orientales (<i>Picea spp.</i>)	I,II,IV	3
Alerce Tamarack (<i>Larix laricina</i>)	I,II,IV	3
Tsuga Oriental (<i>Tsuga canadensis</i>)	I,II,IV	3
Abeto Balsámico (<i>Abies balsamea</i>)	I,II,IV	3
Tuya Occidental (<i>Thuja occidentalis</i>)	I,II,IV	3
Falso Ciprés Blanco (<i>Chamaecyparis thyoides</i>)	I,II,IV	3

TABLA 7: MADERAS BLANDAS ORIENTALES

Nombre Comercial de Madera (Especie)	Locación	Tratabilidad
Piceas Orientales (<i>Picea spp.</i>)	I,II,IV	3
Alerce Tamarack (<i>Larix laricina</i>)	I,II,IV	3
Tsuga Oriental (<i>Tsuga canadensis</i>)	I,II,IV	3
Abeto Balsámico (<i>Abies balsamea</i>)	I,II,IV	3
Tuya Occidental (<i>Thuja occidentalis</i>)	I,II,IV	3
Falso Ciprés Blanco (<i>Chamaecyparis thyoides</i>)	I,II,IV	3

the
TIE
GUIDE

TABLA 8: MADERAS BLANDAS OCCIDENTALES

Nombre Comercial de Madera (Especie)	Locación	Tratabilidad
Pino Blanco Occidental (<i>Pinus monticola</i>)	III,V,VI,VII	*
Pino Huyoco (<i>P. flexilis</i>)	III,V,VI,VII	*
Pino de Jeffrey (<i>P. jeffreyi</i>)	III,V,VI,VII	*
Pino Contorto (<i>P. contortai</i>)	III,V,VI,VII	3
Pino Ponderosa (<i>P. ponderosa</i>)	III,V,VI,VII	1
Píceas de Engelmann (<i>Picea engelmannii</i>)	III,V,VI,VII	3
Alerce Occidental (<i>Larix occidentalis</i>)	III,V,VI,VII	3
Falso Ciprés de Lawson (<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>)	III,V,VI,VII	*
Abeto del Colorado (<i>Abies concolor</i>)	III,V,VI,VII	3
Abeto Gigante (<i>Abies grandis</i>)	III,V,VI,VII	3
Secuoya Roja (<i>Sequoia sempervirens</i>)	III,V,VI,VII	1
Tsuga Heterófila (<i>Tsuga heterophylla</i>)	III,V,VI,VII	2
Tuya Gigante (<i>Thuja plicata</i>)	III,V,VI,VII	4

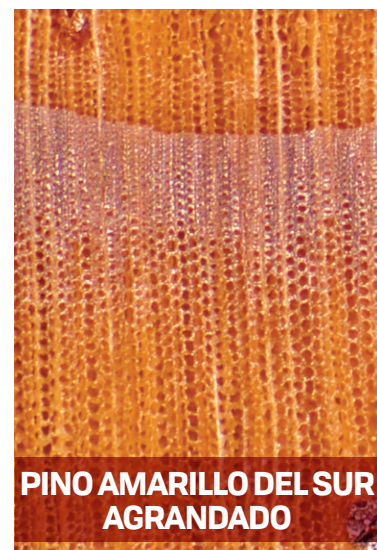
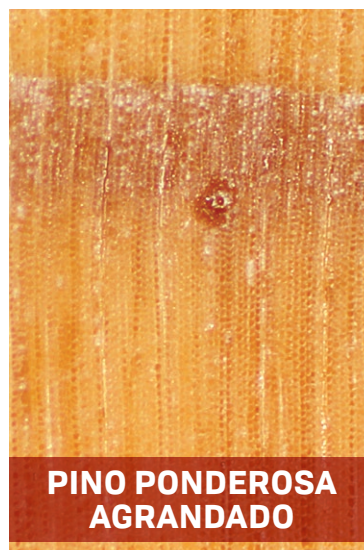
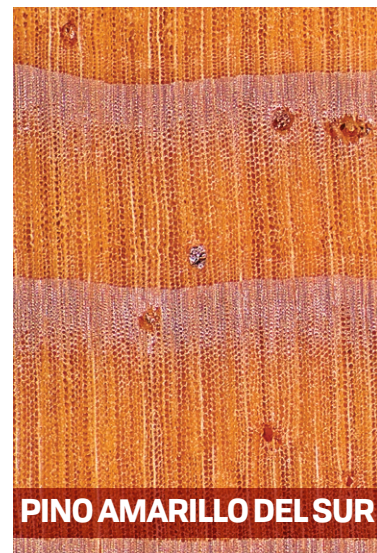
Nota a pie * - como indicado, no se encuentra ninguna referencia sobre estas especies de Madera y la habilidad de tratar el duramen

TABLA 9: ABETO DE DOUGLAS

Nombre Comercial de Madera (Especie)	Locación	Tratabilidad
Tipo Costal (<i>Pseudotsuga menzeisii</i>)	VI	2
Tipo de Entre montañas (<i>Pseudotsuga menzeisii</i>)	VI	4

the
TIE
GUIDE

**EJEMPLOS DE SECCIONES DE
ESPECIES DE MADERA BLANDA**



Micrografías por TERRY CONNERS, Universidad de Kentucky

the **TIE** GUIDE

LA TRAVIESA FABRICADA DE MADERA



En una sección anterior de este guía, la declaración fue hecha que la madera es la única materia de construcción que es un recurso renovable. Los libros de historia y varias citas de literatura hacen muchas referencias a la madera como una materia antigua de construcción. A ilustrar algunos ejemplos concernientes a la importancia de la madera en el desarrollo de este país, tenga en cuenta lo siguiente:

- Las cabañas de madera típicas de la época temprana de la frontera requerían más o menos 80 troncos, también con pedazos de madera más pequeños. Tejas de madera y estacas de madera fueron usados para mantener unido la estructura.
- Durante los principios del siglo 18, colonizadores en la valle Conestoga de Pensilvania construyeron un carro casi completamente de madera. Los carros de Conestoga transportaron provisiones fletes por toda la parte oriental del país.
- Barcos, puentes, y calles fueron hechos de madera. La calle de "tablas de madera" iba entre Nuevo York y Newark sobre Pantano mojado. Durante el siglo 19, dos mil millas de calle fueron construidos en los estados de Nuevo York, Michigan y Wisconsin, y otros estados del medio oeste tenían sistemas extensivos también. En algunos estados, como Alabama, calles de tabla demoraron la venida de los ferrocarriles.

the **TIE** GUIDE

LA TRAVIESA FABRICADA DE MADERA

- La madera fue la materia predominante de construcción aun en la primera parte del siglo 20.

Porque la madera fue abundante y el recurso vasto de madera parecía no tener fin, la producción y tratamiento conservador de traviesas llegaron a ser bien establecidos en la industria ferrocarril. Las traviesas taladas por mano y, subsiguientemente, traviesas aserradas fueron producidas según dimensiones de corte transversal estándares (en pulgadas) – 6X7, 7X7, 7X8, y 7X9. La longitud de la traviesa de madera dependía en cada ferrocarril, eventualmente cambiando a un longitud estándar aceptable de ocho y medio (8½) pies ó nueve (9) pies.

La traviesa de madera, pues, tiene dimensiones específicas. Además, es necesario que las traviesas de madera cumplan otras especificaciones (citadas por el Manual de Ingeniería Ferroviaria de AREMA, Sección 3.1.1.2.1 de Calidad General):

“Salvo lo proveído de aquí y adelante, todas traviesas estarán sin defectos cualesquiera que pueden reducir su fuerza o durabilidad como traviesa, como descomposición, grietas largas, acebolladuras largas, inclinación de las fibras, o grandes o numerosos huecos o nudos.”

Para poner más énfasis en la importancia puesto en las características que afectan las propiedades mecánicas y la capacidad funcional, he aquí una cita de la misma

manual de AREMA de Sección 3.2.1.2.2 Resistencia a Desgaste: “Al ser pedido así, traviesas de árboles de hojas espinadas serán de madera compacta hasta el cuarto de la cima, donde cualquier pulgada de cualquier radio de la médula tendrá seis o más anillos de crecimiento.”

El propósito de este dialogo es que la madera es una materia estructural muy importante, y cuando se usaba solamente para las traviesas, históricamente, las características físicas han sido la consideración más importante.

La traviesa de madera es hoy en día considerada Traviesa de Madera Fabricada con sus propias especificaciones basados en data de pruebas de fuerza estructural. Dados en **Tabla 10** son las características de fuerza por los siete tipos de madera aserrada sólida que son usados en la producción de traviesas. **Tabla 10** se base en las especies referidas en **Tabla 11**.

También hay ejemplos ahora de Maderas de Materiales Compuestos que incluyen maderas laminadas encoladas y maderas laminadas reforzadas con fibras así como los productos de la madera cadena paralela (PSL). Estos productos de madera fabricados pueden ser hechos de muchas especies de madera diferentes y fabricadas para cumplir con características de fuerza específicas.

the **TIE** GUIDE

TABLA 10

SOLID SAWN TIE TYPE

**ENGINEERED
HYBRID WOOD**

Material & Strength Properties		1 Oak	2 North Mixed Hardwoods	3 South Mixed Hardwoods	4 Southern Pine	5 Western Softwoods	6 Eastern Softwoods	7 Douglas- Fir	8 Laminated W. Products	9 Parallel Strand Lumber
Dimensions	Based on	Southern Red Oak	White Birch	Silver Maple	Shortleaf Pine	Ponderosa Pine	Eastern Hemlock	Coastal Douglas-Fir	(1)	(2)
	Length (ft)	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
	Width (in)	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Depth (in)	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Density (pdf)		58.6	55.1	48.1	51.6	41.9	41.9	48.9		
Weight (lbs)		218	205	179	192	156	156	182		
Moment of Inertia (in ⁴)		257	257	257	257	257	257	257		
Section Modulus (in ³) RS+ = RS- = C+ = C-		73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5	73.5		
Modulus of Elasticity (MOE) 100E + 10 ⁶ psi	-40F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	(3)	
	+72F	1.06	1.09	0.86	1.28	0.93	0.97	1.44		
	+140F	1.06	1.09	0.86	1.28	0.93	0.97	1.44		
Modulus of Rupture (MOR) psi	-40F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
	+72F	6570	6291	5499	7173	4977	5985	7353		
	+140F	6570	6291	5499	7173	4977	5985	7353		
Rail Seat Compression Test psi		524	273	366	357	279	350	387		
Material Surface Hardness Test Janka Ball		792	536	541	419	301	389	469		
Static Bending Strength (in-Kips) Theoretical (based on MOR and I/c)		483	462	404	527	366	440	540		
Flexibility (deflection in inches) ("Stiffness-Load/Deflection) Theoretical, based on 60" spacing applied load (Kips) of 10		0.165	0.160	0.202	0.136	0.189	0.179	0.122		
Lateral resistance characteristics Single tie lateral push test Load at 0.25" deflection (approx. peak)		1960	1900	1778	1839	1672	1672	1793		

1) Glue-laminated wood, most often Southern Pine or Douglas-Fir, has strength properties that can be "adjusted" by varying the density, wood species and the orientation/ use of wood materials. Laminated products in the future may also contain polymeric fibers and wood in various combinations structurally suitable for use as a cross-tie material.

2) Parallel Strand Lumber (psl) begins with rotary-peeled veneer sheets, which are clipped into strands of wood. Wood species more commonly used include Southern Pine, Douglas-Fir, Western Hemlock and Yellow Poplar. The strength properties can be "adjusted" by varying the density and wood species.

3) The engineered hybrid cross-tie, in can be assumed, will have strength properties that will equal or exceed solid sawn products while keeping economics under consideration. The user may be able to specify certain strength characteristics within allowable limits.

the **TIE** GUIDE

PROPIEDADES MATERIALES DE MATERIAS DE TRAVIESAS DE MADERA SÓLIDA ASERRADA



La madera es una materia extremadamente versátil y eficaz para usar como traviesa ferrocarril. Sin embargo, las propiedades claves de madera varían con la especie de madera. Para permitir el uso potencial de un rango amplio de tipos de árboles, las propiedades de la traviesa presentadas en esta sección han sido divididas en siete categorías de madera como dado en la **tabla 10**.

Una especie representante de madera fue usado para cada categoría. Las propiedades materiales dadas en la **tabla 10** representan un valor "mínimo" para cada categoría (a menos que se nota de otra cosa). Eso es para dejar por el uso de estas propiedades en las calculaciones de diseño. Los valores son basados en una colección de data de propiedades de materias, que incluye un ejemplo de data de la manual y la data de pruebas completas de las traviesas.

Una explicación para los valores de las propiedades de Madera dados a la Tabla 10 son los siguientes:

- *Las dimensiones son basados en las especificaciones de AREMA que deja que una reducción de ¼ pulgada de ancho y de profundidad.
- El volumen es calculado por las dimensiones.
- La densidad es basado en 40% contenido de humedad (determinado por el volumen tras de ser desecado en el horno). 112,13 kg/m³ de creosota fue añadido a la densidad y la total de esa fue reducida por 10% para justificar las variaciones en los valores en la tabla de propiedades materiales y en el proceso de tratamiento.

the **TIE** GUIDE

PROPIEDADES MATERIALES DE MATERIAS DE TRAVIESAS DE MADERA SÓLIDA ASERRADA

- El peso es la densidad multiplicado por el volumen.
- El segundo momento de área es calculado de las dimensiones predefinidas y una corte transversal cuadrado.
- Sección de modulo fue calculado por dimensiones y cortas transversales rectangulares.
- Módulo de Elasticidad (MOE) se base en valores verdes más 10% de la diferencia entre los valores verdes y los valores secos (para justificar el hecho que el exterior de la traviesa es más seco que el interior del mismo). Noventa por ciento del valor calculado se usa para determinar un valor mínimo para propósitos de diseño.
- Módulo de Rotura (MOR) se base en valores verdes más 10% de la diferencia entre los valores verdes y los valores secos (para justificar el hecho que el exterior de la traviesa es más seco que el interior del mismo). Noventa por ciento del valor calculado se usa para determinar un valor mínimo para propósitos de diseño.
- Prueba de Compresión de Placas de Asiento se base en valores verdes más 10% de la diferencia entre los valores verdes y los valores secos (para justificar el hecho que el exterior de la traviesa es más seco que el interior del mismo) y en data de la manual por compresión perpendicular a las fibras. Noventa por ciento del valor calculado se usa para determinar un valor mínimo para propósitos de diseño
- Prueba de Dureza Superficial se base en valores verdes más 10% de la diferencia entre los valores verdes y los valores secos (para justificar el hecho que el exterior de la traviesa es más seco que el interior del mismo) y en data de la manual por dureza perpendicular a las fibras. Noventa por ciento del valor calculado se usa para determinar un valor mínimo para propósitos de diseño.
- Esfuerzo de flexión estática es una calculación teórica basada en el (MOR) y el módulo seccional.
- La flexión (que es un término más justo que rigidez flexional) es una calculación basado en una carga aplicada de 10,000 libras y una trocha de sesenta pulgadas.
- Los valores de resistencia lateral se basen en unas pruebas de mercado hechos por el Departamento de Transportación Estadounidense, Volpe Transportation Systems Center, usando pruebas de empuje de traviesa singular. Los resultados son basados en un valor "mínimo" de vías consolidadas. Para justificar las diferencias entre la densidad (el peso), 50% de resistencia lateral varía linealmente como un función del peso de las traviesas, usando maderas duras mezcladas como una base de referencia. Para justificar el componente relacionado de resistencia lateral de no-peso (debido a efectos secundarios y efectos del fin que no cambian el peso), solo 50% de la resistencia se varía con el peso, mientras la resistencia lateral que queda mantenido constante.

the **TIE** GUIDE

TABLA 11

Categoría de Travesía	Especie de Madera
Roble	Roble Español
Madera Dura Mezclada del Norte	Abedul Papirífero
Madera Dura Mezclada del Sur	Arce Plateada
Pino del Sur	Pino Echinata
Madera Blanda Occidental	Pino Ponderosa
Madera Blanda Oriental	Tsuga Oriental
Abeto de Douglas	Abeto de Douglas Costero



Las especies de madera arriba fueron USADASs para calcular los valores de las categorías para las propiedades de fuerza en Tabla 10.



MATERIAS HÍBRIDAS FABRICADAS DE COMBINACIÓN

La traviesa sólida aserrada tratada con creosota ha tenido una vida útil promedio de más que treintaicinco años. Hasta hoy en día, continúa ser el componente vial mayor que sujete las vías de acero juntos. Estas traviesas sólidas aserradas tratadas sin dudas continuarán como materia preferida por los ferrocarriles.

En los principios del siglo 20, el tipo de traviesa USADAS por los ferrocarriles progresó desde una traviesa cortada por mano, sin ser tratado, hasta la traviesa sólida aserrada y tratada con creosota. Puede ser justo que hay nuevo progreso en el campo de tecnología de madera con el transcurso del siglo 20.

LA ASOCIACIÓN DE TRAVIESAS PARA VÍAS FÉRREAS, POR MEDIO DE SU COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, CONTINÚA TENER UN PAPEL DE LIDERAZGO EN COORDINAR PROYECTOS SIGNIFICANTES DE INVESTIGACIÓN EN ESTA ÁREA. ESTOS INCLUYEN LA EVALUACIÓN DE: ESPECIES DE MADERAS POCO-UTILIZADAS, CLAVIJA DE MADERA LAMINADA, MADERA LAMINADA ENCOLADA, MADERA CADENA PARALELA (PSL), Y MADERAS LAMINADAS REFORZADAS CON FIBRAS PARA USO COMO MATERIA DE TRAVIESA.

Por falta de término mejor, todas de estas materias deben ser llamados productos de madera compuesta. Se juntan adhesivos estructurales, fibras poliméricas, y madera en varias combinaciones para proveer una madera fabricada que sea una materia estructuralmente adecuada para las traviesas. Es un hecho que algunos de estos productos híbridos ya son usados por los ferrocarriles en aplicaciones que varían ampliamente.

Dados en **tabla 10** son los datos por los productos de madera sólida aserrada y fabricada. Sin embargo, se necesita notar, por causa del hecho que estos son productos de madera fabricadas – es decir, maderas laminada con pegamento, etc. – que las características de esfuerzo pueden ser ajustadas al variar la densidad, especie de madera, y la orientación/uso de materias de madera. Por eso, no es posible proveer data de pruebas estructurales por todas las variaciones. Sin embargo, se puede asumir que la meta es fabricar propiedades de esfuerzo que serán mejores que productos sólidos serrados, mientras considerando las económicas.

La madera es un recurso renovable, pero la madera más larga de crecimiento viejo, que en una época fue abundante, es cada vez menos accesible a cosechar. Árboles de segundo crecimiento y tercero crecimiento que son actualmente cosechados típicamente son menores de diámetro. Mientras la mayoría de traviesas producidas seguirán siendo materia sólida aserrada por el futuro previsible, los cambios ocurriendo en el manejo del recurso requerirán cada vez más utilización de especies alternativas y productos híbridos de madera fabricada. Mientras la demanda para las traviesas continúa, es realístico esperar que la traviesa híbrida fabricada de madera tenga un futuro significativo.

the
TIE
GUIDE

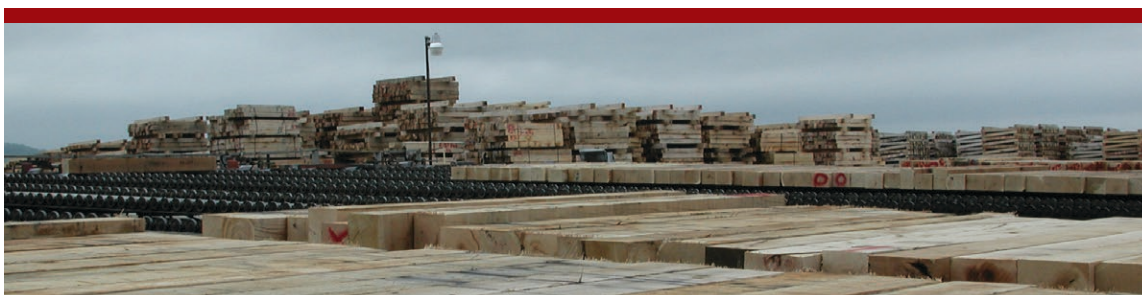
**EL ACONDICIONAMIENTO Y
TRATAMIENTO DE TRAVIESAS
DE MADERA**



Esta sección tiene por objeto proveer una visión de conjunto del acondicionamiento y del tratamiento de traviesas de madera. Hay otras materias de madera tratadas que son usados por la industria de transportación ferrocarril palos, incluso pilotes, y otros productos de madera. En términos genéricos, cuando hay una discusión sobre las traviesas de Madera, hará algo de coincidencia con traviesas de cambio y productos de materias de Madera.

the **TIE** GUIDE

PREPARACIÓN DE TRAVIESAS Y MADERAS PARA TRATAMIENTO



Si hay un proceso en el tratamiento de productos de madera que es más importante que cualquier otra, es la preparación y el acondicionamiento de la madera antes del tratamiento. Es necesario remover la mayoría del agua-libre de entre las células de madera. Este tiene que ser hecho para poner el preservante de madera entre las células. Cuando todo el agua-libre ha sido removido de entre las células de madera se dice que el punto de saturación de las fibras ha sido alcanzado. Con la mayoría de las especies de madera este punto es treinta por ciento humedad basado en el peso de la madera al ser secado por horno. Es bajo la punto de saturación de las fibras que la madera empieza encogerse y desarrollar grietas y hendiduras. Este ocurre más notablemente, en maderas grandes como las traviesas.

El agua puede ser sacada en cuatro maneras:

- Secado al horno
- Secado al aire
- Desección de Boulton
- Desección de Boulton

SECADO AL HORNO

Con respecto a aplicaciones prácticas entre la industria de traviesas, el proceso de secado al horno no es usado para sacar agua de maderas grandes con cortes transversales de seis a ocho pulgadas). Hasta ahora, no ha sido considerado ser económico procesar las materias como traviesas y otras maderas grandes de esta manera.

SECADO AL AIRE

Este proceso de secar es el método preferido para condicionar las traviesas de madera antes del tratamiento. Es la costumbre general segregar la madera según las especies y el tamaño de las maderas. Por propósitos prácticos, la separación de especies tiene dos grupos – los robles y las maderas duras mezcladas (refiérase a la primera sección de este manual para una discusión más profundo).

the **TIE** GUIDE

PREPARACIÓN DE TRAVIESAS Y MADERAS PARA TRATAMIENTO



El clima local tiene impacto significativo en cuanto al secado al aire. En algunas partes del sudeste de los Estados Unidos, donde la temperatura y la humedad son relativamente altas durante la mayoría del año, puede ser difícil desecar por aire traviesas y otras maderas. Es imperativo en estas locaciones que secado al aire sea observado cuidadosamente para evitar descomposición incipiente. Entre la industria de tratamiento suele llamar eso "stack-burn". Hay ciertas especies de madera como el almez, por causa de su contenido de azúcar, que debe ser pre tratado con una preservante química para prevenir esta potencial de "stack-burn"/descomposición.

Hay tanto ventajas como desventajas con cualquier proceso de acondicionamiento/secado para sacar la humedad de la madera. El proceso de secado al aire es el método preferido por cause de ser lo más económico. El tiempo extra en el cilindro de tratamiento para o el Boultonizar o acondicionamiento por vapor son considerados más caros de contraste. Por la otra mano, un defecto grave del proceso secado al aire es el costo inventario de las traviesas y maderas acumuladas sin ser tratadas. Dependiendo en el clima, la locación regional, y la especie de la madera, el tiempo requerido para secado al aire puede variar entre cuatro a doce meses y, en algunas instancias, aun más que doce meses (véase RTA Research Compendium, Volume I, Tab 21 disponible en línea a www.rta.org>Resources>research).

the **TIE** GUIDE

PREPARACIÓN DE TRAVIESAS Y MADERAS PARA TRATAMIENTO

Además del secado por aire, hay dos métodos usados comercialmente para el acondicionamiento de traviesas no secadas antes del tratamiento con creosota: El proceso Boulton y el acondicionamiento con vapor. El acondicionamiento con vapor se usa mayormente con la madera de los pinos del sur y, en menor medida, otros pinos. La razón principal para usar el método de acondicionamiento con vapor es que no se puede secar los pinos por aire eficazmente sin ocurrir algo de deterioro en las áreas del clima del sur.

MÉTODO DE CONDICIONAMIENTO BOULTON

En regiones secas o más áridas de los Estados Unidos, el secar rápido por aire de la madera puede causar grietas y rajaduras severas. El procedimiento de condicionar más propio para el sacamiento de agua en estas regiones es el Proceso Boulton. Además, una ventaja importante del procedimiento de secar de Boulton es que la materia puede ser procesada rápidamente y en una manera controlada de la condición verde.

Como es usado actualmente en la industria, el proceso Boulton puede ser descrito en la manera siguiente:

Las materiales de madera verdes/mojadas son colocadas en el cilindro de tratamiento que, entonces, es llenado con creosota caliente. Es importante cubrir completamente las maderas con la creosota y que el equipamiento tiene espacio vacío suficiente para la colección de humedad.

La creosota es calentado bajo vacío para sacar humedad de las células de madera. Es importante **1)** saber el contenido de humedad de la madera antes de tratamiento y **2)** que toda la madera dentro del cilindro de tratamiento sea uniforme en contenido de humedad. Al vigilar la cantidad de agua que sale del cilindro, el operador puede determinar cuando la madera está secado adecuadamente.

El operador del tratamiento tiene que poder medir la cantidad de agua que ha sido sacado de la carga de las materiales de madera. Además habrá una porción volátil de la creosota que se condensará con el agua.

Estos debe ser separados del agua y las materiales volátiles deben ser revueltos al tanque de creosota.

Una vez que el proceso Boulton se ha completado, el tratamiento de presión de la madera con creosota puede proceder. Este proceso será descrito en una sección venidera del manual. Generalmente se considera que el tiempo total del proceso Boulton variará entre seis y diez horas. Las variabilidades en el tiempo de acondicionamiento dependen en la especie de madera y la temperatura. Por ejemplo, puede haber variación entre el tiempo requerido para el abeto de Douglas y los robles. También, una carga de traviesas "boultonizadas" en enero en Ontario, Canadá tomará necesariamente más tiempo comparado con una carga de materias "boultonizadas" en julio en una locación como el central de Texas.

the **TIE** GUIDE

PREPARACIÓN DE TRAVIESAS Y MADERAS PARA TRATAMIENTO



Hay ventajas y desventajas en usar el proceso Boulton en condicionar madera. Las ventajas mayores son las siguientes:

- Las traviesas y madera pueden ser acondicionadas/secadas efectivamente en un tiempo mucho más corto en comparación a secado al aire. Resulta con un tiempo total significativamente reducido para procesar los productos de madera y tratarlos con creosota.
- En comparación al método de acondicionamiento por vapor, el proceso Boulton utiliza una temperatura significadamente más moderada con un efecto mínimo en las propiedades de fuerza de la madera.
- Comparado con proceso de vapor, un nivel más bajo de contenido de humedad adentro de la madera puede ser logrado.

Las desventajas principales del proceso Boulton

son que solo es adecuado para creosota y otras preservantes de aceite; suele costar más que secado al aire; y calienta la madera más lentamente que el proceso de vapor.

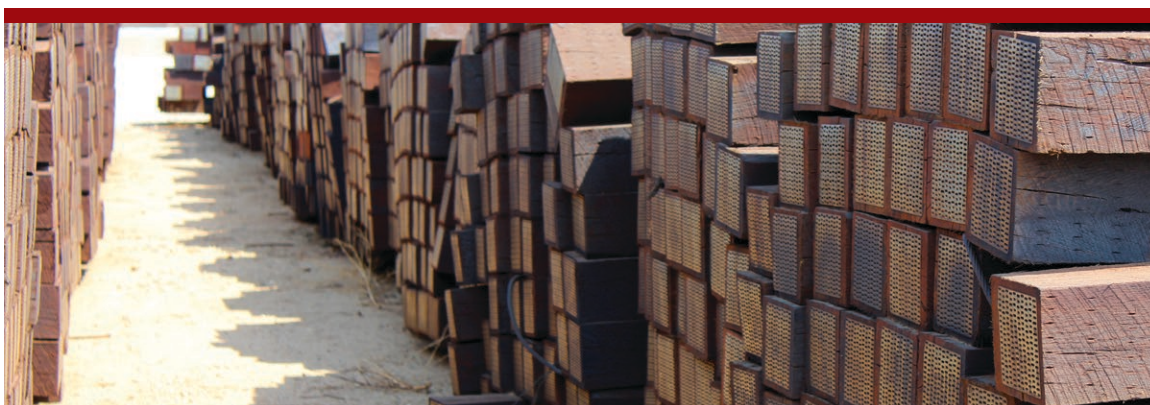
EL MÉTODO DE ACONDICIONAMIENTO POR VAPOR

El acondicionamiento por vapor también puede ser usado para sacar agua de la madera antes de tratamiento. Como actualmente se usa en la industria, puede ser descrito de la siguiente manera:

Una carga de materiales de pino verde es colocada en el cilindro y tratada con vapor por muchas horas. El tiempo total para tratar con vapor depende en el tamaño de las maderas. A la conclusión del periodo de tratar con vapor, un vacío es aplicado para sacar la humedad de la madera. El tiempo de tratar con vapor es dependiente en **1)** la temperatura de la madera **2)** dimensiones de la corte transversal de la madera **3)** densidad de la madera.

the **TIE** GUIDE

PREPARACIÓN DE TRAVIESAS Y MADERAS PARA TRATAMIENTO



Es importante que el vacío sea aplicado lo rápido posible después que el ciclo de tratamiento con vapor es completado. Cuando la temperatura de la superficie de la madera es bajado significadamente, la cantidad de agua promedio sacada durante el vacío será más bajo que si el vacío hubiera sido aplicado inmediatamente después del ciclo de tratamiento con vapor.

UN COSTUMBRE COMÚN ADENTRO DE LA INDUSTRIA DE TRATAMIENTO ES APLICAR EL VAPOR EN UN CILINDRO Y SACAR LA CARGA DEL CILINDRO Y, ENTONCES, CONTINUAR CON EL PROCESO CON EL VACÍO Y CON EL TRATAMIENTO CON CREOSOTA CON PRESIÓN EN UN SEGUNDO CILINDRO. ESTA COSTUMBRE NO ES LO MÁS EFICAZ PORQUE LA CANTIDAD DE VAPOR DE AGUA MÁXIMA NO PUEDE SER SACADA.

La costumbre común de tratar con vapor las maderas de los pinos del sur (asumiendo un manómetro de presión de veinte libras) condicionará efectivamente una carga de materiales en un período de tiempo de diez a catorce horas. Esto incluye los períodos del ciclo de condicionamiento de tanto tratar con vapor como con el vacío. Como con el ciclo Boulton, estos tiempos variarán con **1)** la temperatura de la madera y **2)** la especie de pino y su densidad.

Actualmente dentro de la industria solo se usa este proceso generalmente con los pinos del sur y, con menos frecuencia, otros pinos. El razón primaria por lo cual se usa el condicionamiento de vapor es que el proceso de secado al aire de esta madera no puede ser hecho eficazmente sin algo de descomposición en los climas en los áreas del sur.

the
TIE
GUIDE

**PREPARACIÓN DE TRAVIESAS Y
MADERAS PARA TRATAMIENTO**



Hay ventajas y desventajas al usar el proceso de vapor. Las ventajas principales al usar el proceso de vapor son:

- El vapor se calienta más rápido que cualquier otro medio de calefacción
- Se aplica fácilmente y no suele requerir equipamiento especial en el cilindro de tratamiento.
- La temperatura puede ser controlado fácilmente

Las desventajas son los siguientes:

- Solo una cantidad limitada de humedad puede ser sacado en el ciclo de vapor/vacío.
- A menudo es necesario usar temperaturas más altas que las que son USADASs en el proceso Boulton (nótese que las normas de AWPAs incluyen tiempos y temperaturas máximas que pueden ser USADASs en el proceso de vapor).

the **TIE** GUIDE

PREPARACIÓN DE TRAVIESAS Y MADERAS PARA TRATAMIENTO

PREPARACIÓN MECÁNICA

La primera parte de esta sección se ha enfocado en los métodos de sacar la humedad de las traviesas de madera para acondicionarlas antes del tratamiento con la creosota. Sin embargo, es necesario retrocedernos y notar los procedimientos que tienen que ser implementados antes de que los procesos de acondicionamiento son iniciados.

Es asumido que las traviesas y las maderas para ser acondicionadas y subsecuentemente tratadas han sido inspeccionadas por el cliente o una persona designada. Una inspección "en el blanco" (no secado) es importante para eliminar los pedazos que tengan defectos. Hay un número de defectos que causarán que se realice una matanza selectiva de una traviesa. Estos incluyen acebolladuras, desgaste, nudos grandes, descomposición incipiente, y rajaduras y grietas excesivos. Hay tres procedimientos mecánicos comunes que suelen hacer a las traviesas y maderas, son las siguientes:

- La incorporación de aparatos anti-grietas
- Desbastar, azolar y barrenar
- Incising

Históricamente, hierros de anti-grieta conocidos comúnmente como hierros S e hierros C eran USADASs para reducir rajaduras de los extremos severos en las traviesas normales y de cambio. Hoy día un producto conocido como una placa antirajadura es el producto



predominante, si no el único, usado para evitar la rajadura. Generalmente es creído que placas antirajaduras son eficaces en reducir la cantidad de rajaduras de los extremos. Las placas antirajaduras generalmente son puestas en los extremos de las traviesas que son determinados por un inspector tener la potencial de rajarse de tal manera que limita el uso de largo plazo de la traviesa.

the
TIE
GUIDE

**PREPARACIÓN DE TRAVIESAS Y
MADERAS PARA TRATAMIENTO**



Cuando sea práctica, se debe desbastar, azolar y barrenar las traviesas y maderas antes del proceso de tratamiento con presión. El cortar las maderas después del tratamiento puede exponer madera no tratada. Como costumbre normal, la traviesa normal de 7X9 pulgares no será cortada ni taladrada; sin embargo, a menudo puede haber mucho desbastamiento, etc., que se hará a las traviesas y maderas de puentes. Es importante haber completado todo este trabajo antes del tratamiento.

El hacer incisiones de las traviesas y maderas es una costumbre común para todas las especies de madera. Antes, solo en las especies de traviesas que son resistentes a la penetración de preservantes líquidos se hacían incisiones. Hoy día, casi todas las traviesas son pasadas por una máquina equipada con dientes para cortar que protruyan de los rodillos no solo para aumentar la penetración del preservante sino que también para mitigar los defectos de secar. Incisiones hechas correctamente en una traviesa a menudo pueden reducir grietas y rajaduras del secado que ocurren durante el proceso de secar por aire. Al hacer incisiones en las traviesas y maderas grandes en el estado original verde, es posible lograr un secamiento/condicionamiento más uniforme de la madera. El uso de hacer incisiones minimiza grietas y rajaduras severas que pueden ocurrir en maderas grandes. Es por eso que la mayoría de traviesas hoy son hechos con incisiones tanto si son resistentes a la penetración de preservantes líquidos como si no lo son.

the **TIE** GUIDE

EFECTOS DE LA ESTRUCTURA DE LA MADERA SOBRE EL TRATAMIENTO

Hay mucha variación en la estructura de la madera. Las maderas duras son diferentes de las maderas blandas y entre estos dos grupos las especies individuales son diferentes. Es importante notar algunas de las diferencias estructurales de la madera que afectan la tratabilidad de varias especies de madera.

Algunas de las características de la madera que tienen alguna posibilidad de influir el tratamiento con preservante incluyen:

- Adentro de una especie de madera específica generalmente se acepta que la albura es tratada más fácilmente que el duramen. El duramen puede contener gomas, resinas, y materiales extractivos y de pigmenta. Por estas materiales, el duramen es de color más oscuro.
- La densidad de la madera no influye significadamente la tratabilidad de una especie de madera. Hay muchas otras consideraciones que afectan la tratabilidad como los poros abiertos en los robles rojos, tílides encontrados en los robles blancos, y la presencia de resinas en el duramen de varias maderas blandas.
- Las células longitudinales de madera en las maderas blandas (terminada traqueidas o fibras que tienen punteaduras) y maderas duras que tienen células abiertas puesto punto a punto y sabido como vasos. Se



puede pensar en las células longitudinales de madera como un “grupo de pajitas”. Las fibras de las maderas blandas tienen punteaduras areoladas en las paredes de las células que dejan que los líquidos pasen fácilmente entre las células. Las maderas duras no tienen este tipo de estructura celular. La penetrabilidad del preservante líquido depende de gran manera en la condición de las células longitudinales de estar abiertos o cerrados.

- Las diferencias entre la estructura direccional entre una corte transversal de madera influyen la penetración de líquidos. Junto con la dirección longitudinal de las fibras de las células de madera previamente mencionadas, hay la dirección tangencial en corriente con los anillos de crecimiento y, tercera, la dirección radial que pasan por los anillos de crecimiento y paralelo a los radios medulares. Las fibras longitudinales son las más fáciles de penetrar.

the **TIE** GUIDE

CONTENIDO DE HUMEDAD Y SU EFECTO SOBRE EL TRATAMIENTO

La definición del punto de saturación de las fibras fue previamente definida como más o menos 30% contenido de humedad. Eso es un punto de referencia importante para tener en mente. Por ejemplo, cuando los árboles son recién cortados, el verde contenido de humedad para la albura de los abetos de Douglas es 115%; el del duramen en 37%. La albura de los robles blancos tiene un contenido de humedad de 78% y el del duramen es 64%.

El agua adentro de las células en la madera llena completamente los espacios vacíos en la célula. Se llama eso agua libre. Las paredes de las células quedan saturados; pues, el término saturación de fibras. Mientras que la humedad es sacada de las fibras de la madera, ocurrirá una contracción de la madera. Es importante controlar esa pérdida de humedad para minimizar las grietas y rajaduras en la madera. Este hecho fue ilustrado en las secciones previas en la discusión de procesos de acondicionamiento y el uso de hacer incisiones en la preparación mecánica de las traviesas y maderas.

LA PRESENCIA DE HUMEDAD EN LA MADERA PUEDE SER UN FACTOR DETERMINANTE DE TRATABILIDAD. SI LA MADERA NO HA SIDO CONDICIONADA Y LAS CÉLULAS ESTÁN LLENOS DE AGUA PUES NO HAY LUGAR PARA EL PRESERVANTE DE ENTRAR EN LA MADERA.



Maderas grandes, como las traviesas normales y de cambios, no tienen que reducir su contenido de humedad hasta el punto de saturación de las fibras cuando el tratamiento será la creosota o un óleo-soluble preservante.

Penetración satisfactoria y retención del preservante pueden ser logradas con un contenido de humedad entre 40 a 45%. Al tratar con el preservante hidrosoluble ACZA, el contenido de humedad debe oscilar entre 23% a 28%.

the **TIE** GUIDE

CONTENIDO DE HUMEDAD Y SU EFECTO SOBRE EL TRATAMIENTO

Hay que tomar en consideración el hecho que al tratar con cualquier de los preservantes la madera puede llegar a ser demasiado seco para ser tratada. Procedimientos del control de calidad existen para minimizar problemas con un contenido de humedad incorrecto en el momento de tratamiento. Estos serán discutidos en la sección sobre los procesos del tratamiento.

EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL PRODUCTO DE MADERA TIENE QUE SER SABIDO POR EL OPERADOR DEL TRATAMIENTO ANTES DE QUE LA CARGA DE MATERIALES ESTÉ POR SER TRATADA.

A lo siguiente son ejemplos de la información que los operadores de las plantas de tratamiento necesitan saber:

- Para traviesas verdes por ser Boultonizados, ¿cuánto agua es necesario sacar?
- Para las maderas secadas por aire que son por ser tratadas con creosota, ¿se ha sacado la humedad suficiente para dejar la penetración propia del preservante?
- ¿Cuál es el contenido de humedad de las maderas de pino? ¿Es necesario que sean condicionadas por vapor? Es importante recordar que el proceso conocido como tratamiento negativa solo puede ser usado con especies refractarias de madera como los abetos de Douglas y robles blancos.



the **TIE** GUIDE

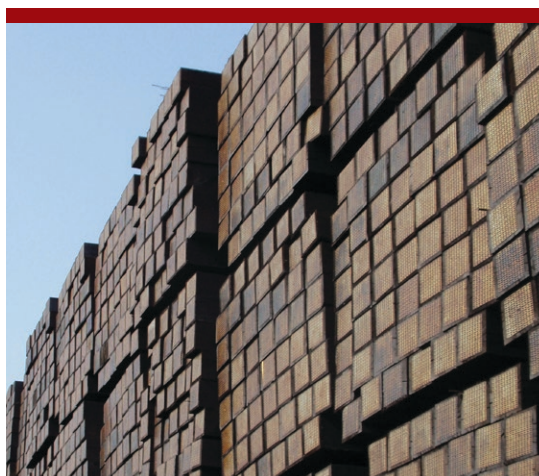
PRESERVANTE PARA MADERA Y EL PROCESO A PRESIÓN

Traviesas de madera, de cambio, y otras maderas USADAS por la industria ferrocarril de Norteamérica históricamente han sido tratadas con una solución de creosota que cumple con los requisitos del Estándar de AWPA P2. También hay ocasiones cuando las traviesas y otros productos de madera como los materiales de los puentes serán tratadas usando el Estándar de AWPA P1/P3.

Otra materia mezclada de un preservante de creosota ha sido USADAS por la industria para tratar las traviesas y maderas en aquellas regiones de Norteamérica que tienen un clima árido o en las zonas del norte donde son menores la potencial de descomposición y los ataques por insectos. Por estas razones, un aceite pesada de petróleo que cumple con el Estándar de AWPA P4 ha sido usado con creosota. Esta solución de creosota y petróleo ha sido USADAS extensivamente por muchos años para reducir el costo de la solución preservante. Ha sido usado primariamente en el oeste de los Estados Unidos y de Canadá.

Creosota y sus soluciones son los preservantes USADAS más ampliamente para tratar las traviesas. Las traviesas son tratadas por presión usando el método de célula vacía (Proceso de Lowry o Rueping). La retención neta de creosota especificada suele ser entre 96.11 y 160.18 kilogramos por metro cúbico (kg/m³).

Las traviesas de madera y otras maderas tienen que ser propiamente condicionadas para lograr



la penetración y retención de preservante deseada. Los varios métodos y procedimientos de condicionamiento están descritos en el AWPA Book of Standards. Una copia recién de los Estándares de AWPA debe ser fácilmente disponible a cualquier que sea involucrado en el tratamiento y uso de traviesas de madera. Antes de iniciar una discusión del proceso de tratamiento de presión, debe ser notado que muchos de los clientes del ferrocarril especifican (y muchas de las plantas de tratamiento que producen traviesas usan) un ciclo de esterilización justo antes de tratamiento a presión para matar los organismos que destruyen la madera. Para lograr esterilización, investigaciones laboratorios han mostrado que las condiciones de calefacción requieren tanto una temperatura específica como una duración de tiempo específica. También los

the **TIE** GUIDE

PRESERVANTE PARA MADERA Y EL PROCESO A PRESIÓN

resultados indican que no es práctica esterilizar la madera a temperaturas menos de 150 grados F (65.56 grados C). Lo siguiente muestra las temperaturas y los tiempos para lograr esterilización en traviesas de madera de 7" X 9":

Temperatura (C)	Tiempo (minutos)	Temperatura (C) ...	Tiempo (minutos)
65,56.....	75	82,22.....	20
76,66.....	30	93,33.....	10

Estas especificaciones de temperatura son para el centro de la madera, no son las condiciones de temperatura para esterilizar. Sin embargo, se debe considerar que la temperatura requerida es una temperatura interna y no una externa. El centro de una traviesa de tamaño 7" x 9", o cualquier otra madera aserrada, debe alcanzar tal temperatura deseada.

Al concluir el proceso de presión, empezar procedimientos de pos condicionamiento (i.e., vacío final y, posiblemente, vapor). Después, determinar si la madera ha sido propiamente tratada usando procedimientos de inspección para la penetración y retención del preservante.

Una descripción más detallada del proceso de tratamiento de presión ahora será dada.



the **TIE** GUIDE

EL PROCESO DE TRATAMIENTO



Por el hecho de que una gran mayoría de las traviesas de madera, de cambios, y otras maderas son tratadas solamente con creosota y sus soluciones, solo los procedimientos usados para tratar con presión con este preservante serán discutidos. Como previamente indicado, solo hay dos procesos de presión que pueden ser usados en el tratamiento de traviesas y maderas con creosota. Estos dos tipos principales son el proceso de célula llena (Bethell) y el de célula vacía (Lowry y Rueping). El que se usa más comúnmente es el proceso de célula vacía. Por los propósitos de este manual, una descripción que es algo limitada sigue. Información adicional puede ser encontrada en libros de referencia y por el sitio de web de la RTA.

La diferencia principal entre los procesos de célula llena y vacía es que un vacío preliminar es aplicado al cilindro de tratamiento durante el fase inicial del proceso de célula llena mientras en el proceso de célula vacía, presión de aire es aplicado en vez de un vacío. La presión de aire inicial puede ser presión atmosférica para el proceso Lowry. El proceso Rueping es usado más comúnmente hoy y, para este régimen de tratamiento, presión de aire es forzado adentro del cilindro de tratamiento antes de que el preservante es aplicado. Entonces la presión de aire es mantenido mientras el cilindro es llenado con preservante. Pues las células de madera contendrán aire bajo presión y preservante bajo presión también.

Dependiendo en el nivel de retención de preservante deseado y la especie de madera, la presión de aire inicial puede variar entre 20 y 60 psi. El objetivo último es controlar el nivel de retención al variar la cantidad de retrocedimiento del preservante de las células de madera durante el ciclo de vacío final pos condicionamiento. Al relevar la presión, el preservante es forzado fuera de la madera por el aire dilatando. La cantidad de preservante recubierto será más cuando la presión de aire inicial es más alta.

the **TIE** GUIDE

EL PROCESO DE TRATAMIENTO

Un buen ejemplo sería el tratamiento del pino del sur.

- Con el proceso de célula llena y la aplicación de un vacío, 400,46 kg/m³ de creosota será retenido.
- Con el proceso Lowry y presión atmosférica inicial, el nivel de retención podría ser 320,37 kg/m³.
- Con el proceso Rueping y una presión de aire inicial de 10 psi, la retención de la creosota podría ser 256,29 kg/m³.
- Con una presión de aire inicial de 30 psi, el nivel de retención de la creosota podría ser 192,22 kg/m³.
- Con una presión de aire inicial de 60 psi, el nivel de retención de la creosota podría ser 128,15 kg/m³.

La arriba es estrictamente un ejemplo teórico para mostrar el efecto el vacío y la presión de aire inicial puede tener en el nivel de retención del preservante. Es importante que todo operador de una planta de tratamiento reconozca estas diferencias y efectos del vacío y la cantidad de presión de aire.

EL PERÍODO DE PRESIÓN

Una vez que el preservante creosota has sido aplicado en el cilindro y la presión de aire inicial has sido mantenido durante el proceso de llenar con creosota, la carga de materiales es puesto bajo presión. El período de presión puede variar



dependiendo en el producto de madera que es tratado. (AWPA UC4) da niveles máximas y mínimas sugeridas de presión dependiendo en la especie de madera. Hay una sugerencia semejante del nivel máxima y mínima de la temperatura de la creosota durante el período de presión.

El período de presión también puede variar dependiendo en el ciclo de condicionamiento usado para hacer que la madera esté listo para tratamiento. Más allá de la especie de la madera, el tamaño de la madera puede afectar la duración del período de presión. Por ejemplo, maderas de pino del sur que han sido secados por horno de tamaño 6 x 6 pulgadas tendrán un período de presión de menos duración en comparación a traviesas de cambio de roble que han sido Boultonizados. Eso asume que los dos productos tiene aproximadamente el mismo nivel de retención de la creosota. Otra vez, es importante que el operador del tratamiento tenga un conocimiento de los productos que serán tratados y la operación de su propio planta.

the **TIE** GUIDE

PROCESO DE TRATAMIENTO

PROCESO DE POS CONDICIONAMIENTO

Una vez que el período de presión se acaba, el proceso final de pos condicionamiento es uno que enfoca en muchas áreas **(1)** recubrimiento del preservante y **(2)** consideraciones del ambiente que han llegado a ser asuntos importantes. Es imperativo que los sedimentos del superficie y que productos de madera de creosota sangrientas sean minimizados. Para lograr eso, los procesos pos condicionamientos son los siguientes:

- Consideraciones de la temperatura del preservante mientras se acaba el período de presión,
- Un baño de expansión para asistir en el recubrimiento del preservante creosota,
- Ciclos de vacío para recubrir preservante,
- Uso posible de vapor mejora las apariencias superficiales de las materiales tratadas de madera.

De los cuatro procedimientos de pos-condicionamiento apuntados arriba, los paros de temperatura y del vacío son los más importantes y tienen que ser hechos en cada ciclo de tratamiento. Una descripción breve de cada de los procedimientos de arriba sigue:

Consideraciones de Temperatura — Adentro de dos horas de finalización del período de presión, la temperatura de la solución de tratamiento de creosota debe alcanzar su clímax. Esta temperatura normalmente debe ser entre 87.77 y 93.33 grados Celsius.

Baño de expansión — esto es un procedimiento que se suele usar con las maderas de abeto de Douglas. Mientras que la presión dentro del cilindro es emitido y la creosota queda en el cilindro con la carga de madera todavía sumergido, la temperatura del preservante es elevada aproximadamente 5.55 grados Celsius. Un vacío es aplicado durante este período que ayuda en sacar el aire y algo de la creosota de la madera.

Ciclos de vacío — Una vez que la creosota ha sido drenada del cilindro, es imperativo que por lo menos un ciclo de vacío (un mínimo de 22 pulgares Hg) sea aplicada a la carga de materiales. La duración de este ciclo de vacío será dependiente en la especie y el tamaño de las materiales que han sido tratadas. Para limpieza superficial óptima, se sugiere que, tras el primer ciclo de vacío y volver a presión atmosférica, un segundo ciclo de vacío sea aplicada. La duración de este segundo ciclo será basado en la experiencia del operador del tratamiento.

Ciclo de vapor — El uso de vapor en la parte de pos condicionamiento del ciclo de tratamiento es ciertamente opcional. Plantas de tratamiento no favorecen el uso de vapor porque se acumula agua de desecho que necesita ser procesado. Sin embargo, el uso de vapor entre dos ciclos de vacío es una manera muy eficaz de expandir el aire que queda en la madera tratada y eso es últimamente sacado en el segundo ciclo de vacío. El vapor que es aplicado no debe ser vapor “vivo”. El vapor debe originar de agua que ha sido puesto en el cilindro para cubrir los rollos y, pues, genera vapor del hirvición del agua (una operación de vapor cerrada).

the **TIE** GUIDE

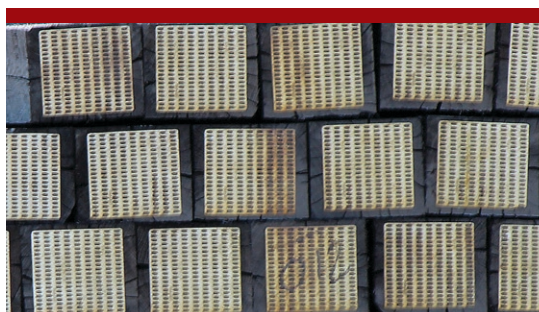
ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES DEL TRATAMIENTO

Son las guías por las cuales los productos son producidos. Dejan que el consumidor que compra y usa el producto tenga confianza que lo que ha comprado funcionará según las expectativas que el productor ha advertido al comprador.

Estándares y especificaciones son segmentos sumamente importantes de cualquiera industria.

Las industrias de tratamiento de madera y de transportación de ferrocarril no son excepciones. Esencialmente hay tres grupos de especificaciones y estándares que gobiernan la industria:

- Las especificaciones de AREMA para las traviesas de madera, de cambio, y de grado industrial fueron desarrollados juntamente por la Asociación de Traviesas para Vías Férreas (RTA) y la Asociación Estadounidense de Ingeniería de Ferrocarriles y Mantenimiento de Vías (AREMA). Estos grupos de especificaciones conciernen a las materiales no tratadas (madera blanca) antes de su tratamiento con preservante. Dentro de estas especificaciones son dados los requisitos físicos, criterios de inspección y definiciones de defectos.
- El segundo grupo de estándares que es importante a la industria de tratar madera concierne al tipo de creosota que es usado en el tratamiento de traviesas y maderas. Estas estándares de la Asociación de Madera Preservada Americana (AWPA) son



los siguientes:

- P1/P13, Estándar de preservante creosota
- Estándar de soluciones de creosota
- Estándar de soluciones de creosote y petróleo
- Estándar del aceite petróleo para mezclar con creosota
- La norma última que es importante para las industrias de tratamiento de madera y de transportación de ferrocarril es el que junta el tratamiento de "materiales blancas de existencia" y el preservante de creosota usado en el proceso de presión para el tratamiento de traviesas y maderas. Esto es el AWPA UC4ABC, el Estándar para el tratamiento de traviesas normales y de cambio - Tratamiento de preservante por el proceso a presión. Todos de las normas y especificaciones de arriba pueden ser encontrados en una sección subsiguiente de The Tie Guide, publicada en 2016 por la Asociación de Traviesas para Vías Férreas (RTA).

the
TIE
GUIDE

**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE-
MUESTRA LAS VENTAJAS DE LAS
TRAVIESAS TRATADAS DE MADERA**



Los ferrocarriles, la pública, y la industria de los productos de madera están preocupados con los problemas potenciales del medioambiente que tienen que ver con la producción, el uso, y la disposición de traviesas de madera tratada. En respuesta a eso, el Consejo de Madera Tratada (en inglés, Treated Wood Council, o TWC) con el apoyo de RTA, terminó un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de traviesas de madera dura tratado con creosota comparado con las de hormigón y las traviesas compuestas. Una copia de este análisis puede ser bajado de www.bit.ly/LCAPaper. Los resultados de este análisis y los asuntos ambientales asociados son resumidos en este capítulo.

1 — Treated Wood Council (TWC), 2013. Conclusions and Summary Report Environmental Life Cycle Assessment of Railroad Ties. El ACV también fue publicado como artículo. Véase Bolin and Smith, 2013. Life Cycle Assessment of Creosote-Treated Wooden Railroad Cross-ties in the US with Comparisons to Concrete and Plastic Composite Railroad Cross-ties. Journal of Transportation Technologies, 2013, 3, pp.149-161. Sitio de web <http://www.scirp.org/journal/jtts>.

the **TIE** GUIDE

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE- MUESTRA LAS VENTAJAS DE LAS TRAVIESAS TRATADAS DE MADERA

EL PROCESO DEL ACV Y CONCLUSIONES

El ACV fue formulado para proveer un entendimiento de las responsabilidades ambientales asociadas con la fabricación, el uso, y la disposición de las traviesas que es completo, preciso, imparcial, y basado en ciencia, según la metodología aceptada del ACV según los principios y la guía provisto por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en el estándar ISO/DIS 14040 y ISO/DIS 14044. El alcance de este análisis incluye:

- Un inventario del ciclo de vida de tres tipos de traviesa: madera tratada con preservante, hormigón, y plástico/compuesto. Se eligió creosota como el preservante representativo para el análisis de las traviesas de madera tratada.
- El cálculo y la comparación de los indicadores de la evaluación del impacto del ciclo de vida: emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, cantidad total de gases de efecto invernadero, lluvia ácida, niebla tóxica, ecotoxicidad, y eutrofización de los impactos de las masas de agua que potencialmente resultan de las emisiones del aire del ciclo de vida.
- Cálculo del uso de energía, combustible fósil, y agua.

El ACV usó una unidad funcional de una milla de traviesas por un año típico de uso; así hacienda que las comparaciones sean significativas y entendibles. Las suposiciones requeridas para cada material de traviesa incluyen lo siguiente:

Vida útil:

- producto de madera serrada es de 35 años
- producto de hormigón es de 40 años
- producto compuesto o de plástico es de 40 años

Espacio entre las traviesas de los ferrocarriles principales de clase 1:

- producto de madera serrada es 19,5 pulgadas
- producto de hormigón es 24 pulgadas
- producto compuesto o de plástico es 19,5 pulgadas

La fase del análisis del inventario del ACV involucró la colección y el análisis de los datos para el ciclo de vida de la cuna a la tumba de las traviesas. Por cada etapa del ciclo de vida del producto, fueron determinadas entradas de energía y materiales crudos, producción de productos, coproductos, y desechos, y sueltas ambientales al aire, al agua, y a la tierra.

the
TIE
GUIDE

**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE-
MUESTRA LAS VENTAJAS DE LAS
TRAVIESAS TRATADAS DE MADERA**

La fase de la interpretación del ACV utilizó los resultados del inventario para calcular el uso total de energía, indicadores de impacto de interés, y uso de recursos. Para los indicadores medioambientales, la herramienta de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA), la herramienta para reducir y evaluar impactos químicos y medioambientales de otro tipo (TRACI), fue USADAS para evaluar los impactos potenciales de la cantidad total de gases de efecto invernadero y la cantidad de las antropogénicas, la lluvia ácida, la potencial de smog, la ecotoxicidad, y la eutrofización que resultan de emisiones del aire.

LAS CATEGORÍAS DE USO DE ENERGÍA, USO DE RECURSOS, E INDICADORES DE IMPACTO PROVEEN INDICACIONES GENERALES, PERO TAMBIÉN CUANTIFICABLES, DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL. LOS RESULTADOS DE ESTE ANÁLISIS DE IMPACTO SON USADOS EN COMPARAR LOS PRODUCTOS DE TRAVIESAS FERROCARRILES.

Los resultados numéricos de los impactos calculados están incluidos en los informes citados, pero es difícil entenderlos. En cambio, para ayudar con la interpretación de los resultados, los valores de los indicadores de impacto fueron normalizados al producto (traviesa tratada con creosote, traviesa de hormigón, o traviesa compuesta o de plástico) que tenga el valor más alto de la cuna a la tumba, permitiendo la comparación relativa de indicadores entre los productos (Figura 2). El producto con el valor más alto a la disposición final recibe un valor de uno, y los otros productos reciben valores que son fracciones menores.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE- MUESTRA LAS VENTAJAS DE LAS TRAVIESAS TRATADAS DE MADERA

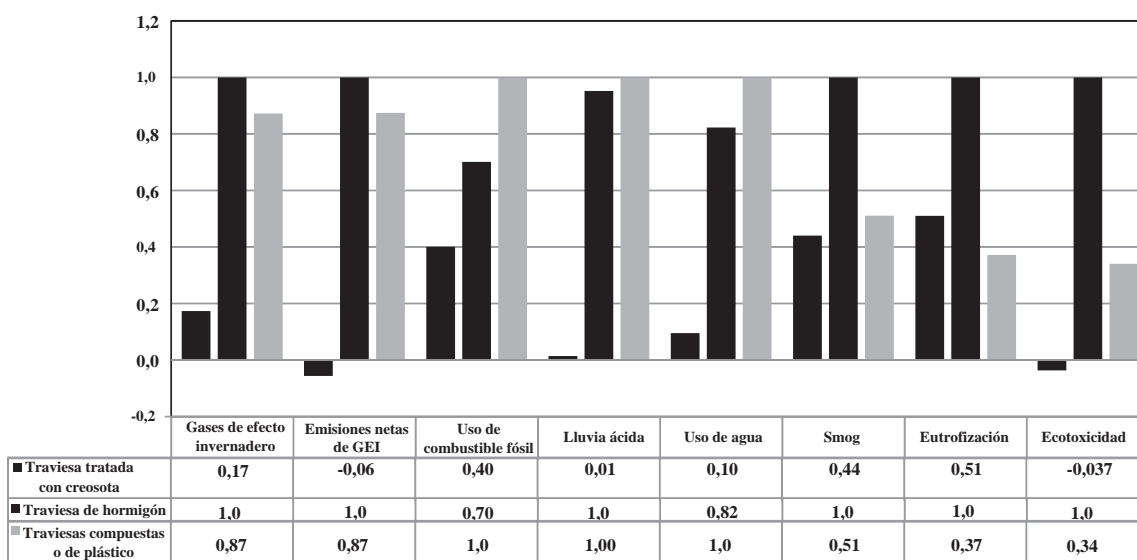


Figura 2- Comparaciones normalizados de) impacto de traviesas de madera tratada con creosota, de hormigón, y traviesas compuestas o de plástico (normalizados al máximo impacto = 1

En la **Figura 2**, se debe notar que el impacto de las traviesas tratadas con creosota es menor que el impacto de traviesas de hormigón en toda categoría y es menor que el impacto de las traviesas compuestas o de plástico en siete de las ocho categorías. Las distinciones son muy significativas.

Gases de efecto invernadero

La primera columna de datos en **Figura 2** muestra que los gases de efecto invernadero, principalmente el dióxido de carbono, son emitidos en cantidades más altas para las traviesas de hormigón (más o menos 6 veces más alta) y las compuestas o de plástico (más o menos 5 veces más alta) que para las traviesas de madera tratada con creosota.

Emisiones netas de GEI

El contraste es aún mayor al considerar la absorción de dióxido de carbono durante el crecimiento de árboles en la segunda columna, Emisiones netas de GEI, en que las traviesas de madera resultan en una reducción de gases atmosféricos de efecto invernadero, en vez de un aumento de los mismos. Esta

the **TIE** GUIDE

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE- MUESTRA LAS VENTAJAS DE LAS TRAVIESAS TRATADAS DE MADERA



categoría de impacto incluye dióxido de carbono sacado del aire mientras que los árboles crecen utilizando la fotosíntesis para producir la masa leñosa. Aproximadamente un 50% de la madera seca es carbón.

Uso de combustible fósil

Las traviesas USADASs de madera se quedan con energía útil como combustible que se puede utilizar en lugar de combustible fósil, reduciendo las emisiones netas aún más. Pues, lo que resulta es un balance neto negativo de emisiones de dióxido de carbono con respecto a las traviesas de madera tratada. Aunque una sección dada de una vía con traviesas de madera tratada resultaría en una recuperación de 19 libras de gases de efecto invernadero de la atmósfera cada año, la misma sección de vía añadiría 100 libras de gases de efecto invernadero cada año si se usarían las traviesas de hormigón en vez de las de madera. La madera es un material de construcción único porque solo él empieza su ciclo de vida sacando dióxido de carbono de la atmósfera.

La cantidad de combustible fósil necesario para producir cada tipo de traviesa se refleja en otros indicadores, ya que tal uso contribuye a estos, pero también es relevante en cuanto al consumo de recursos naturales. Se consume más combustible fósil para producir las traviesas compuestas o de plástico que se consume para producir los otros.

the **TIE** GUIDE

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE- MUESTRA LAS VENTAJAS DE LAS TRAVIESAS TRATADAS DE MADERA

SOSTENIBILIDAD DE LOS BOSQUES

Las traviesas son productos forestales sostenibles. La mayoría de ellas son fabricadas de madera dura, aunque madera blanda también se usa para maderas de puentes y algunas traviesas. Tanto el volumen de madera como el territorio forestal, en cuanto a los árboles de madera dura y madera blanda, están aumentando aunque sigue la cosecha. La coproducción de traviesas y maderas hechas de troncos maximiza la utilización de la madera. El precio de mercado de las maderas, y las traviesas de madera, permite gestión rentable de la tierra como bosque, así apoyando el uso de la tierra como bosque en vez de usándola para hacer subdivisiones o para otros cultivos. Además se debe notar que como la vida útil de las traviesas de madera se aumenta en el sureste de los Estados Unidos debido al tratamiento dual de borato, se necesitarán menos traviesas cada año, así mejorando la sostenibilidad de tales traviesas.

GASES DE EFECTO INVERNADERO

En la **Figura 2**, la primera comparación es para los gases de efecto invernadero, que solo valora las emisiones antropogénicas, o sea las caUSADAs por los seres humanos. Este dato es importante y muestra que las traviesas de madera tratada resultan en menos emisiones que las traviesas de hormigón (con las emisiones más altas con un valor de 1) y también menos emisiones que las traviesas compuestas o de plástico. La producción de traviesas ferrocarriles de madera tratada con preservante requiere menos combustible fósil y energía y resulta en menos impacto ambiental que la producción de traviesas hechas por materiales como el hormigón o plástico compuesto.

La segunda comparación, "Emisiones netas de GEI", muestra la importancia de considerar tanto los procesos antropogénicos como los procesos naturales. Esta categoría de impacto incluye dióxido de carbono sacado del aire mientras que los árboles crecen utilizando la fotosíntesis para producir la masa leñosa. Aproximadamente un 50% de la madera seca es carbón.

Además, traviesas USADAs de madera se quedan con energía útil como combustible que se puede utilizar en vez de combustible fósil, reduciendo las emisiones netas aún más. Pues, lo que resulta es un balance neto negativo de emisiones de dióxido de carbono con respecto a las traviesas de madera tratada. Aunque una sección dada de una vía con traviesas de madera tratada resultaría en una recuperación de 19 libras de gases de efecto invernadero de la atmósfera cada año, la misma sección de vía añadiría 100 libras de gases de efecto invernadero cada año si se usarían las traviesas de hormigón en vez de las de madera. Esta diferencia entre la madera y los productos de otros materiales se ve muy claramente en la **Figura 2**.

2 — USDA Forest Service, August 2014. U.S. Forest Resource Facts and Historical Trends. http://www.fia.fs.fed.us/library/brochures/docs/2012/ForestFacts_1952-2012_English.pdf.

3 — Treated Wood Council (TWC), 2013. Conclusions and Summary Report Environmental Life Cycle Assessment of Railroad Ties.

the **TIE** GUIDE

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE- MUESTRA LAS VENTAJAS DE LAS TRAVIESAS TRATADAS DE MADERA

La cantidad de combustible fósil que se consume para hacer las traviesas de hormigón es 70% la de las traviesas compuestas o de plástico, y la cantidad de combustible fósil que se consume para hacer las traviesas de madera tratada con creosota es 40% la de las traviesas compuestas o de plástico.

LLUVIA ÁCIDA

Tanto la producción de las traviesas de hormigón como la de las compuestas o de plástico resultan en emisiones que causan lluvia ácida, como el ácido clorhídrico, que ocurren en cantidades 100 veces más alto que tales emisiones al producir las traviesas de madera tratada con creosota.

USO DE AGUA

La producción de traviesas de madera tratada con creosota requiere la décima parte del agua que se necesita para hacer las traviesas compuestas o de plástico, y una octava parte del agua que se necesita para hacer las de hormigón. (La necesidad de lavar el plástico como parte del esfuerzo de reciclaje requiere una cantidad muy grande de agua.)

SMOG

Las emisiones que pueden causar smog ocurren en cantidades más grandes al producir las traviesas de hormigón; la producción de traviesas compuestas o de plástico resulta en más o menos la mitad del volumen de emisiones que resulta al producir las traviesas de hormigón, y la producción de traviesas de madera tratada con creosota resulta en el menor volumen de emisiones (44% del volumen de emisiones al producir las traviesas de hormigón).

EUTROFIZACIÓN

Las emisiones que causan eutrofización (el crecimiento de algas) en masas de agua ocurren en cantidades más grandes al producir traviesas de hormigón y ocurren en las cantidades más bajas al producir las traviesas compuestas o de plástico, con las emisiones al producir las traviesas de madera tratada con creosota en el medio de ellos. Esta es la única categoría en que las traviesas compuestas o de plástico son mejores para el medioambiente que las traviesas creosotadas. Las emisiones que pueden ser tóxicas entre el medioambiente también ocurren en cantidades más grandes al producir las traviesas de hormigón, que se debe a la combustión para calor de proceso y energía eléctrica, mientras las emisiones relacionadas con la producción de traviesas compuestas o de plástico son más o menos 34% de la cantidad de las emisiones relacionadas con producir las traviesas de hormigón.

2 — USDA Forest Service, August 2014. U.S. Forest Resource Facts and Historical Trends. http://www.fia.fs.fed.us/library/brochures/docs/2012/ForestFacts_1952-2012_English.pdf

3 — Treated Wood Council (TWC), 2013. Conclusions and Summary Report Environmental Life Cycle Assessment of Railroad Ties.

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE- MUESTRA LAS VENTAJAS DE LAS TRAVIESAS TRATADAS DE MADERA

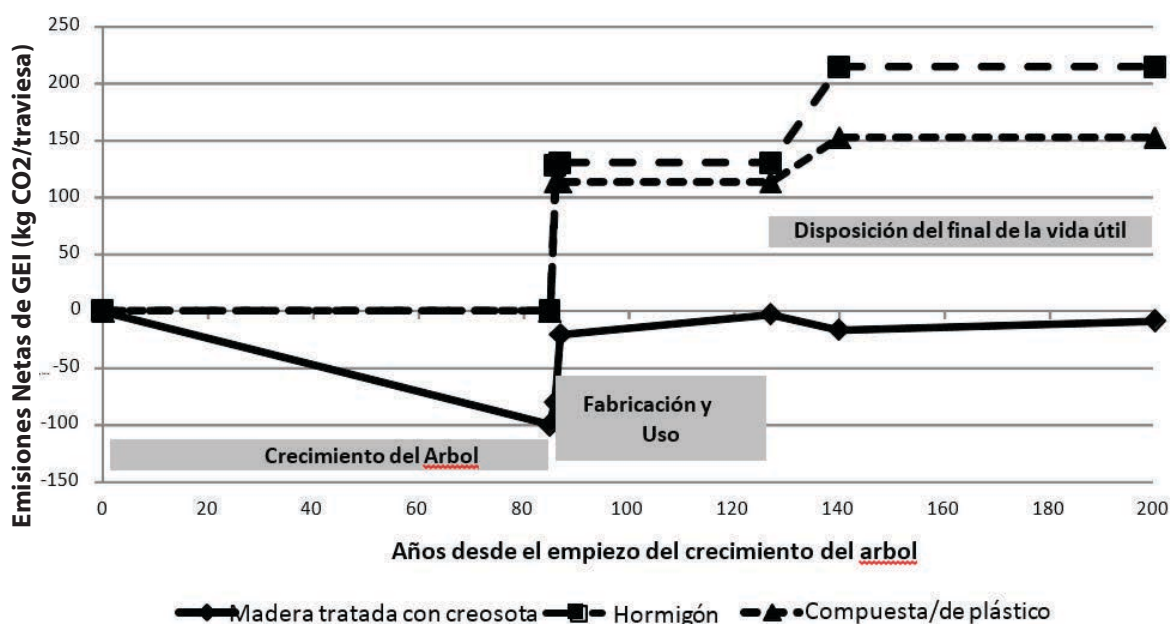


Figura 3 - Captación y liberación de GEI por la fabricación, el uso, y la disposición de traviesas tras tiempo

ECOTOXICIDAD

A pesar de que las traviesas son tratadas con creosota y/u otras pesticidas, tal uso de estos químicos no corresponde a más impacto ambiental que el impacto que resulta de producir traviesas de hormigón, traviesas compuestas, o de plástico. La última columna de **Figura 2**, Ecotoxicidad, muestra una medida de impacto ambiental que resulta de las emisiones tóxicas durante el ciclo de vida de los productos. Emisiones tóxicas del aire resultan de la combustión de combustible fósil para producir electricidad y hormigón, así como los procesos para producir creosota, plástico, o combustible de transporte. Ya que muchas traviesas de madera tratada con creosota son recicladas, después de su uso, en maneras que compensan la combustión de combustibles fósiles y sus emisiones tóxicas relacionadas, el uso de traviesas de madera tratada con creosota resulta en una pequeña reducción de emisiones tóxicas.

Las ventajas ambientales de usar traviesas de madera tratada con creosota en comparación con el uso de traviesas compuestas o de plástico, o el uso de traviesas de hormigón, son obvias y sustanciales. Estas ventajas también son parte del cuento para los asuntos tratados a continuación.

the **TIE** GUIDE

ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DEMUESTRA LAS VENTAJAS DE LAS TRAVIESAS TRATADAS DE MADERA

Vida útil

Los impactos ambientales tienen una relación inversa con la vida útil. El análisis de sensibilidad en el ACV mostró que mayores impactos ambientales, debidos al uso de borato para el tratamiento dual con creosota serían menos significante que las reducciones de impactos ambientales que resultarían de la vida útil prolongada. Traviesas tratadas con un tratamiento dual de borato y creosota, por tanto, tendrán impactos ambientales menores que las traviesas tratadas solamente con creosota y tendrán menos impactos ambientales que o las traviesas de hormigón o las traviesas compuestas o de plástico.

Disposición

Los ferrocarriles están preocupados, con razón, por las posibilidades futuras para la disposición final de traviesas después de ser sacados de uso en las vías, y los costes asociados con estas. Actualmente, aproximadamente 81% de las traviesas de madera USADAS son recicladas para la generación de energía mientras menos de 1% son descargadas en vertederos.⁴ Aunque puede ser que las posibilidades futuras sean afectadas por legislación o regulación, es probable que el reciclar para generar energía seguirá siendo la elección preferida y más utilizada. Las traviesas de hormigón pueden ser recicladas al molerlas para producir grava para usar o vender y el acero puede ser reciclado. Es posible reciclar las traviesas compuestas y de plástico para producir productos básicos, pero hasta ahora la viabilidad económica no se ha demostrado. Es más probables que estas traviesas sean descargadas en vertederos. Pues, las posibilidades y los costes de disposición parecen favorecer el uso continuo de traviesas de madera tratada.

Conclusión

El análisis de ciclo de vida de traviesas ferrocarriles de madera tratada con preservante demuestra que estas traviesas tienen impactos ambientales menores que las traviesas alternativas hechas de materiales compuestas o de plástico u hormigón. El suministro de madera para traviesas es sostenible, dado que el crecimiento forestal de los árboles sigue sobrepasando las cosechas de ellos. El uso de traviesas de madera tratada baja los niveles de gases atmosféricos de efecto invernadero mientras el uso de traviesas de hormigón o traviesas compuestas o de plástico sube los niveles de gases de efecto invernadero. Las emisiones tóxicas del aire son menores con las traviesas de madera tratada que con o las traviesas de hormigón o las traviesas compuestas o de plástico. La disposición final de las traviesas de madera tratada tras ser sacado del servicio reduce aún más los impactos, como tal fuel compensa el combustible fósil. El uso, por los ferrocarriles, de traviesas de madera tratada resulta en menores impactos ambientales que el uso de las traviesas alternativas de hormigón o de materiales compuestas o de plástico.

⁴ — Smith, 2015. Railroad Tie Disposal Practices Updated RTA, AAR & ASLRRRA Survey Provides New Railroad Tie Disposal Practices Updated. Crossties. May/June 2015, pp. 8-11. Also available online at <https://rtax.memberclicks.net/assets/docs/RTASponsoredResearch/Environmental/ties%20survey%20report%2012aug20151.pdf>.

the **TIE** GUIDE

NORMAS DE AWPA PARA TRAVIESAS FERROVIARIAS

Esta sección de The Tie Guide está diseñada para ayudar al lector en entender las **Normas de la Asociación Americana de Protección de Madera (AWPA)** que son pertinentes a las traviesas ferroviarias. Los extractos siguientes deben proveer información suficiente para desarrollar especificaciones completas para el tratamiento de traviesas con preservante. Si se necesita más información, animamos al lector que visite el sitio web de AWPA (www.awpa.com) o que se ponga en contacto con AWPA por teléfono (205-733-4077). Si se necesita un estándar completo, se puede comprar las normas directamente de AWPA.

El extracto primero es la introducción de la edición de 2015 de la norma U1 de AWPA. Este provee información general que pertenece al "Sistema de categoría de uso" de las normas.



the **TIE** GUIDE

U1-15

NORMA DE LA ASOCIACIÓN AMERICANA DE PROTECCIÓN DE MADERA

© Todos los Derechos Reservados

SISTEMA DE CATEGORÍA DE USO: ESPECIFICACIÓN DEL USUARIO PARA MADERA TRATADA

SECCIÓN 1: INTRODUCCIÓN AL SISTEMA DE CATEGORÍA DE USO

Jurisdicción: Comité técnico de AWPA T-1

El sistema de categoría de uso (UCS) de la Asociación Americana de Protección de Madera (AWPA) designa que sistemas de preservantes y que retenciones de ellas han sido determinados de ser eficaces en proteger los productos de madera bajo condiciones especificadas de exposición. La solidez del UCS y su foco es que todos los usos de madera pueden ser clasificados en uno de las cinco categorías de uso principales que claramente describen las condiciones de exposición a las que productos específicos de madera pueden ser sujeto en su servicio. Las categorías de uso se desglosan hasta subcategorías que definen el grado conexo del riesgo de biodegradación, y la expectativa de duración de vida de producto para productos específicos y condiciones de exposición. Además de las cinco categorías de uso para el biodeterioro, hay un sexto categoría de uso aparte para aplicaciones resistentes al fuego. Las designaciones de las categorías de uso están descritas en detalle en la sección 2 abajo. El sistema de categoría de uso está diseñada para ayudar a los especificadores y a los usuarios que puedan encontrar el estándar apropiado de AWPA que provee una lista de preservantes que son considerados adecuados para algunos productos específicos y ambientes de uso final. El usuario de la Norma U1 de AWPA primeramente debe familiarizarse con las grandes diferencias entre las categorías de uso y las condiciones de servicio esperadas como están descritos en la sección 2. Esta información entonces se usa en conjunto con la Sección 3: Guía de Especificaciones de Productos Básicos para Usos Finales de Madera Tratada para determinar las especificaciones de productos básicos particulares del estándar que enumera los requisitos apropiados del preservante para tal uso. Cuando se hace pedidos bajo el sistema de categoría de uso, pedidos de materiales debe incluir el producto básico específico, la designación de la categoría de uso, especificación de producto básico de Norma U1, especie de madera, preservante, y cualquier requisito especial, como preparación previa o posterior al tratamiento (incluyendo acondicionamiento y secado). Cuando sea factible, el material debe ser fabricado en su forma final antes del tratamiento para eliminar la necesidad del corte o de la perforación de madera tratada. Documentos y modelos de la evaluación de riesgos (p. ej, Best Management Practices) han sido desarrollado por el Western Wood Preservers Institute (www.wwpinstitute.org) para el uso de madera tratada con CCA, ACZA, Creosota, Pentaclorofenol y ACQ en ambientes acuáticas. Los proyectos que requieren grandes cantidades de madera tratada inmersas en (a saber, abajo de la zona de salpicaduras) masas de agua que no circulan bien deben ser evaluados en base individual empleando procedimientos de evaluación de riesgo. Existen varias otras normas de AWPA que complementan la norma U1 para madera tratada con sistemas de preservante. Estos incluyen:

Standard T1: Sistema de categoría de uso: La norma de tratamiento y procesamiento – rige los requisitos de penetración y retención de preservantes, limitaciones de procesamiento, control de calidad y requisitos de inspección para la madera tratada.

Normas Diversas (M) para el control de calidad y elementos de inspección.

Normas Analíticas (A) para determinar la conformidad de sistemas de preservante, penetración, y retención. Véase la introducción de este Book of Standards al principio de esta edición para más información. (ed. El lector debe notar que este libro, The Tie Guide, no es el Book of Standards de AWPA, y debe referirse a tal libro, Book of Standards, para ver la información referida aquí)

the **TIE** GUIDE

Sección 2 de Norma U1 describe las condiciones en las cuales los productos de madera están expuestos mientras que están en servicio. Normalmente, el usuario de las normas repasaría cada categoría de uso, y después determinar cuál es la más apropiada para su aplicación. Combinaciones de forma alfanumérica más alta indican un nivel de exposición creciente y/o la importancia estructural del producto de madera. El extracto siguiente solo muestra la porción de “contacto con el suelo” de U1 Sección 2:

SECCIÓN 2: CONDICIONES DE SERVICIO PARA DESIGNACIONES DE LA CATEGORÍA DE USO

JURISDICCIÓN: COMITÉ TÉCNICO DE AWPA T-2, T-3, T-4, Y T-8

Lo siguiente es un análisis de las categorías de uso usado por AWPA para describir las condiciones de exposición a las cuales la madera puede estar sujeto en su servicio. Esta información también se da en forma de tabla para resumir las grandes diferencias entre los grupos de las categorías de uso.

UC4 CONTACTO CON EL SUELO

UC4A CONTACTO CON EL SUELO Uso general – Madera y materiales a base de madera que se usa en contacto con el suelo, agua dulce, u otras situaciones favorables al deterioro. Como ejemplo, postes de cerca, postes para terrazas, postes para barandales, madera estructural, vigas, y postes de transmisión colocados en regiones de potencial natural baja del deterioro de madera y de los ataques de insectos.

UC4B CONTACTO CON EL SUELO Trabajo pesado – Madera y materiales a base de madera que se usa en contacto con el suelo o en ambientes severos, como en sitios horticulturales, en climas con una potencial alta del deterioro, en componentes críticamente importante como los postes de transmisión, postes de construcción y cimientos de madera permanentes, y madera USADAS en zonas de salpicaduras de agua salada. Esta categoría incluye los postes de transmisión usados en climas templados húmedos.

UC4C CONTACTO CON EL SUELO Trabajo extremo -- Madera y materiales a base de madera que se usa en contacto con el suelo o en ambientes muy severos o en climas en que se demuestre tener una potencial extrema del deterioro, en componentes críticos estructurales como los pilotajes en tierra y agua dulce, los pilotajes para cimientos, y postes de transmisión colocados en ambientes semitropicales o tropicales.

the
TIE
GUIDE

TABLA 2-1 CONDICIONES DE SERVICIO PARA DESIGNACIONES DE LA CATEGORÍA DE USO

CATEGORÍA DE USO	CONDICIONES DE SERVICIO	AMBIENTE DE USO	AGENTES COMUNES DE DETERIORO	APLICACIONES COMUNES
UC4A CONTACTO CON EL SUELO Uso general	Contacto con el suelo/agua dulce Componentes no críticos	Expuesto a todos los ciclos de clima, condiciones de exposición normales	Insectos y hongos putrefactores	Postes de cerca, para terrazas, de transmisión, y para barandales, traviesas (áreas de nivel bajo de pudrición)
UC4B CONTACTO CON EL SUELO Trabajo pesado	Contacto con el suelo/agua dulce Componentes críticos o de reemplazo difícil	Expuesto a todos los ciclos de clima, alto potencial de deterioro Incluye salpicaduras de agua salada	Insectos y hongos putrefactores con potencial aumentado de biodeterioro	Cimientos de madera permanentes, postes de construcción, postes para horticultura, traviesas y postes de transmisión (áreas de nivel de pudrición severa)
UC4C CONTACTO CON EL SUELO Trabajo extremo	Contacto con el suelo/agua dulce Componentes estructurales esenciales	Expuesto a todos los ciclos de clima, ambientes severos Potencial extremo de deterioro	Insectos y hongos putrefactores con potencial extremo de biodeterioro	Pilotaje en tierra y agua dulce, pilotaje para cimientos, traviesas y postes de transmisión (áreas de nivel de pudrición severa)



the **TIE** GUIDE

Norma U1 Sección 3 provee categorías de uso sugeridas para muchas aplicaciones. El extracto siguiente se limita a las traviesas y las traviesas de cambio:

SECCIÓN 3: GUÍA DE ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS BÁSICOS PARA USOS FINALES DE MADERA TRATADA

JURISDICCIÓN: COMITÉ TÉCNICO DE AWPA T-1

Sección 6 de la norma UCS-U1 enumera sistemas estandarizados de preservante y retenciones requeridas para productos básicos y usos finales específicos. Esta sección está diseñada para ayudar a los usuarios y prescriptores a la subsección de sección 6 que rige en cuanto a la aplicación de madera tratada, y para ayudar a identificar la categoría de uso apropiada para el uso previsto. Puede ser que algunos productos básicos requieran una retención para una aplicación específica más allá de lo sugerido por sección 2 de esta norma debido al carácter crítico de su uso. Se debe notar que esta sección solo pretende ser una guía. El diseñador debe usar su mejor criterio para determinar las especificaciones apropiadas para un uso particular.

TABLE 3-1 GUÍA DE ESPECIFICACIONES DE PRODUCTOS BÁSICOS PARA USOS FINALES DE MADERA TRATADA, ARREGLADO POR USO

Producto	Uso	Exposición	Categoría de Uso	Especificación de Productoon	
				Sección	Requisitos Especiales
Traviesas	General	Contacto con el suelo/agua dulce	4A	C	
	Importante y/o deterioro alto	Contacto con el suelo/agua dulce	4B	C	
	Crítico y/o deterioro severo	Contacto con el suelo/agua dulce	4C	C	

the TIE GUIDE

Norma U1 Sección 4 contiene información sobre los preservantes que han sido estandarizados para su uso en tratar productos de madera encontrados en las Especificaciones de Productos Básicos de Norma U1, y también hace referencia a la norma apropiada de AWPA para los preservantes. El extracto siguiente muestra solo los preservantes que han sido estandarizados para el tratamiento de traviesas::

SECCIÓN 4: PRESERVANTES ESTANDARIZADOS

JURISDICCIÓN: COMITÉ TÉCNICO DE AWPA T-1

Fórmula Tipo	Referencia De Norma P	Preservante	Preservante a Base de . . .	Portador del preservante
Oilborne and Creosote-Based				
CR	P1/P13	Creosota	Creosota	No aplicable
CR-S	P2	Solución de Creosota	Solución de creosota	No aplicable
CR-PS	P3	Solución de Petróleo de Creosota	Creosota y Petróleo	Aceite de Petróleo
CuN	P36	Naftenato de Cobre	Cobre	Solvente de Hidrocarburo, Tipo A
PCP-A	P35	Pentaclorofenol, Solvente A	PCP	Solvente de Hidrocarburo, Tipo A
PCP-C	P35	Pentaclorofenol, Solvente C	PCP	Solvente de Hidrocarburo, Tipo C
PCP-G	P35	Pentaclorofenol, Solvente G	PCP	Solvente de Hidrocarburo, Tipo G
SBX-O	P60	Boro Inorgánico, a Base de Aceite	B ₂ O ₃	Creosota, Solución de creosota
Solución A Base de Agua a Base Cobre				
ACZA	P22	Arseniato de cobre amoniacal y zinc	Óxidos Metálicos	Agua
A Base de Agua, Otro				
SBX	P25	Boro Inorgánico (SBX)	B ₂ O ₃	Agua

the **TIE** GUIDE



Sección 5 enumera las especies que pueden ser tratadas exitosamente con los preservantes enumerados en AWPA. Solo se mencionan aquí las especies y las notas que son aplicables a las traviesas y traviesas de cambio:

SECCIÓN 5: LAS ESPECIES Y LOS GRUPOS DE ESPECIES MENCIONADOS EN LAS NORMAS DE AWPA

JURISDICCIÓN: COMITÉ TÉCNICO DE AWPA T-1

Las especies individuales y los grupos de especies enumeradas aquí están incluidos en las normas de AWPA porque la experiencia muestra que es posible tratar a tales especies y grupos con éxito, con por lo menos algunos sistemas de preservante. La presencia de una especie en estas tablas no implica que están enumerados para todos los sistemas de preservante, o que un sistema de preservante apropiada para aplicaciones específicas está mencionado o disponible.

La mayoría de las especies se consideran o como productos aserrados o como productos redondos. Otros grupos de especies, como las enumeradas en los libros de clasificación de varias agencias de clasificación de madera acreditadas por el Comité Americano de Normas de Madera (American Lumber Standard Committee, ALSC), pueden contener una mezcla de especies que no puede ser separado fácilmente, ni considerado apropiadamente como un todo. Las marcas de clasificación son una manera apropiada para la identificación de la especie, pero solo los materiales aserrados son dados una marca de clasificación. Para pronosticar la tratabilidad, de la especie, las especies deben ser identificadas de forma positiva. La lista siguiente incluye grupos de especies que son tratados normalmente bajo las normas de AWPA, que son descritos en las Notas 1 - 9 más abajo. Se debe evitar el tratamiento de otros grupos de especies a menos que se pueda hacer la identificación de una especie individual por medios aceptables para tanto el comprador como el vendedor. Sin embargo, la aceptación bajo las normas de AWPA es finalmente regido

the TIE GUIDE

por la penetración y retención del preservante. La inclusión de un preservante en una lista con una especie o el grupo de especies no necesariamente implica que la especie o el grupo de especies es tratado regularmente con algún preservante específico. Antes de especificar una especie para una aplicación dada, debe hacer una referencia cruzada a las especificaciones de productos básicos en la sección 6, y se debe obtener información sobre la disposición de una combinación de especie y preservante.

Tratabilidad y Variabilidad de Especie. Es difícil tratar algunas especies de conformidad con los requisitos de las normas de AWPA aun cuando se hacen incisiones en la madera. Piezas individuales o lotes entre una especie, o grupos de especies pueden variar, a veces significativamente, en su tratabilidad. Antes de especificar una especie o un grupo de especies para cualquier producto básico y preservante, se debe obtener información acertada sobre la tratabilidad y la variabilidad de la especie o el grupo de especies. Los nombres comunes y los nombres científicos de las especies de madera USADAS en las normas de AWPA son los siguientes:

Nombres de Especies y Entradas en U1 – Sistema de categoría de uso: Especificación del usuario para madera tratada

Nombre(s) Comune(s)	Nombre(s) Científico(s)	Traviesas de cambio UC4
Abeto de Douglas		
Costera (Pino Oregón/Abeto Rojo) ¹	<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>menziesii</i> ²	X
Interior (Douglasia de Interior) ¹	<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i> ²	X
Pinos		
Pino del sur	Nota 1	X
Pino Ponderosa	<i>P. ponderosa</i>	X
Pino de Banks	<i>P. banksiana</i>	X
Pino contort	<i>P. contorta</i>	X
Pino rojo	<i>P. resinosa</i>	X
Tsugas, Píceas, y Abetos		
Tsuga del Pacífico	<i>Tsuga heterophylla</i>	X
Alerce occidental³		
	<i>Larix occidentalis</i>	X
Árboles de madera dura		
Robles	<i>all Quercus</i> sp.	X
Pacanas	<i>Carya</i> spp.	X
Árboles mezcladas de madera dura	Los demás especies de árboles de madera dura que se encuentren en Norteamérica	X

¹ Costera = Al oeste de la cima de las montañas de la cascada; Interior = Al este de la cima de las montañas de la cascada.

² Suele ser así, pero no siempre.

³ Para los productos aserrados tratados con CCA, al alerce occidental fue sacado de las normas de AWPA con prejuicio. Para los preservantes de pentaclorofenol y de amoníaco de cobre, el alerce occidental fue sacado de las normas de AWPA sin prejuicios.

Nota 1: Los Pinos del Sur incluyen el *Pinus echinata* (pino echinata), *P. elliotii* (pino ellioti), *P. palustris* (pino de hoja larga), y *P. taeda* (pino taeda)

the **TIE** GUIDE

Las especificaciones de productos básicos de la norma U1 contienen información específica sobre las combinaciones de la especie, el preservante, y la retención que han sido estandarizados para un producto particular de madera tratada para cada categoría de uso. Especificación de Producto Básico C para traviesas y traviesas de cambio contiene información sobre la calidad de producto y el marcar el producto junto con otros requisitos de procesamiento y mecanizado. También contiene las tablas que prescriben las cantidades mínimas combinadas de retención para cada combinación de especie y preservante.

ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO BÁSICO C: TRAVIESAS Y TRAVIESAS DE CAMBIO

JURISDICCIÓN: COMITÉ TÉCNICO DE AWPA T-3

ESTA ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTO BÁSICO ES PROMULGADA DE CONFORMIDAD CON UN PROCEDIMIENTO DE CONSENSO.

1. Introducción: Especificación de Producto Básico C cubre el tratamiento con preservante a presión de traviesas y traviesas de cambio. Incluye requisitos generales, requisitos de niveles mínimos de penetración y retención para su categoría de uso, requisitos especiales, e información especial.

1.1 Los niveles de retención y penetración asignados a la categoría de uso en la Especificación de Producto Básico C son niveles de retención y profundidades de penetración para el producto básico, el preservante, y la especie tratada. Se han determinado satisfactorios para su categoría de uso.

1.2 los requisitos para la penetración y retención asignados a cualquiera categoría de uso para cualquier combinación de preservantes o de especies son igualmente importante para que cualquier producto sea aceptable bajo esta norma, y los requisitos enumerados, incluyendo el nivel de penetración y retención del preservante, tienen que ser cumplidos..

2. Requisitos Generales: Especificación de Producto Básico C ha de ser usado en conjunción con la Norma de AWPA T1, Sistema de categoría de uso: Norma de procedimiento y tratamiento.

2.1 Véase a la Sección 4 de esta norma para los preservantes enumerados en esta especificación de producto básico.

the **TIE** GUIDE

2.2 El Marcar. Travesas serán marcadas con información identificadora, año de producción, y cualquier información adicional que puede ser especificado por el cliente. Las marcas estarán suficientemente profundas para que todos los caracteres sean plenamente legibles tras tratamiento. Esta marca es para establecer identificación, ubicación, y propiedad de los productos.

2.3 Calidad de Producto. Travesas y traviesas de cambio se conformarán a los requisitos físicos de las especificaciones bajo las cuales han sido comprados. Materias serán procesadas en tal manera para prevenir daño y degradación.

2.4 Limpieza. Travesas y traviesas de cambio serán suministrados razonablemente libres de sedimentos superficiales.

2.5 Condicionamiento. Travesas y traviesas de cambio estarán adecuadamente desecadas o condicionadas antes de tratamiento.

2.6 Mecanizado. Travesas y traviesas de cambio deben estar fabricadas en su forma final antes de tratamiento para eliminar necesidad cualquiera para la corteza o perforación subsecuentemente de la madera tratada

2.7 Hacer Incisiones. El hacer incisiones es requerido para todas las especies de madera menos el pino del sur y el pino ponderosa, que en tales casos es opcional.

2.8 Probaciones. Las zonas de ensayo y los requisitos de penetración para las traviesas y traviesas de cambio se encuentran en T1, la norma de procedimiento y tratamiento.



3.0 ESPECIFICACIONES DE RETENCIÓN DEL PRESERVANTE (TRAVIESAS Y TRAVIESAS DE CAMBIO) – UC4A, UC4B, UC4C

RETENCIONES EN UNIDADES DE INGLÉS (LB/PIE³)

Sistema de categoría de uso	Requisitos Mínimos de Retención (lb/pie ³).						
(UC4A, UC4B and UC4C)	Creosota		Pentaclorofenol	Cu Naftenato ¹	<i>Amoniaca arseniato de zinc y cobre</i> ²	Pretratamiento de SBX ³	Tratamiento de un Paso de Creosota SBX-O ⁵
Especie	CR	CR-S, CR-PS	PCP-A, PCP-C, PCP-G	CuN	ACZA	SBX ⁴	SBX-O ⁵
Roble y Pacana	7,0 ó Negativa	7,0 ó Negativa	0,35 ó Negativa	0,055 ó Negativa	0,40	0,17	0,17
Maderas Duras Mezcladas	7,0	7,0	0,35	0,060	0,40	0,17	0,17
Pino Ponderosa y del Sur	8,0	8,0	0,40	0,060	0,40	0,17	0,17
Abeto Douglas Costal, Tsuga Heterófila, Alerce Occidental	8,0 ó Negativa	8,0	0,40	0,060	0,40	#	#
Abeto Douglas de Entre Montaña	Negativa	Negativa	Negativa	#	#	#	#
Pino Rojo, Contorta, y de Banks	6,0	7,0	#	#	0,40	#	#

RETENCIONES EN UNIDADES MÉTRICAS (KG/M³)

Sistema de categoría de uso	Requisitos Mínimos de Retención (kg/m ³).						
(UC4A, UC4B and UC4C)	Creosota		Pentaclorofenol	Cu Naftenato ¹	<i>Amoniaca arseniato de zinc y cobre</i> ²	Pretratamiento de SBX ³	Tratamiento de un Paso de Creosota SBX-O ⁵
Especie	CR	CR-S, CR-PS	PCP-A, PCP-C, PCP-G	CuN	ACZA	SBX ⁴	SBX-O ⁵
Roble y Pacana	112 ó Negativa	112 ó Negativa	5,6 ó Negativa	0,88 ó Negativa	6,4	2,7	2,7
Maderas Duras Mezcladas	112	112	5,6	0,96	6,4	2,7	2,7
Pino Ponderosa y del Sur	128	128	6,4	0,96	6,4	2,7	2,7
Abeto Douglas Costal, Tsuga Heterófila, Alerce Occidental	128 ó Negativa	128	6,4	0,96	6,4	#	#
Abeto Douglas de Entre Montaña	Negativa	Negativa	Negativa	#	#	#	#
Pino Rojo, Contorta, y de Banks	96 (6,0)	112	#	#	6,4	#	#

Notas al Pie:

1 También se puede determinar por ensayo.

2 Retención debe ser determinado por ensayo.

3 Traviesas previamente tratadas con SBX serán tratadas de forma secundaria con CR, CR-S, CR-PS, o CuN (por los cuales los datos han sido presentados) para este producto básico al nivel de retención dado arriba.

4 La única formulación aceptable de SBX para el pretratamiento de este producto básico es octaborato disódico tetrahidratado (DOT) dado que todos los datos de apoyo se basen en DOT a 0,25 lpc (4,0 kg/m³) que es equivalente a 0,17 lpc (2,7 kg/m³) B2O3 (SBX).

5 Retenciones de CR ó CR-S serán los que aparecen arriba en la Tabla 3. El único preservante de SBX-O aceptable es ácido bórico con aceite portador según norma P60.

= 0 no han sido presentado a AWPA planes para la estandarización de una combinación de un preservante y una especie y/o datos que muestren la eficacia de tal combinación; o ha sido probado que el uso de la combinación del preservante y la especie es ineficaz.

the **TIE** GUIDE

T1-15

NORMA DE LA ASOCIACIÓN AMERICANA DE PROTECCIÓN DE MADERA

© 2015 Todos los Derechos Reservados

SISTEMA DE CATEGORÍA DE USO: ESPECIFICACIÓN DEL USUARIO PARA MADERA TRATADA

Norma U1 de AWPA provee la especificación del usuario para el producto de madera tratada pero también incorpora muchas otras normas de AWPA por referencia. Los fabricantes de productos de madera tratada también tienen que tratar a los productos de acuerdo a los requisitos aplicables de procesamiento y tratamiento y las limitaciones encontradas en la sección correspondiente de la norma T1 de AWPA, que incluye los requisitos para la penetración, el secado, las limitaciones de presión, las concentraciones mínimas de preservante, los baños de expansión, y el control de calidad y los procedimientos de inspección.

ESPECIFICACIÓN C DE PRODUCTO BÁSICO: TRAVIESAS Y TRAVIESAS DE CAMBIO

SISTEMA DE CATEGORÍA DE USO: NORMA DE PROCEDIMIENTO Y TRATAMIENTO

INTRODUCCIÓN: JURISDICTION: JURISDICCIÓN: COMITÉ TÉCNICO DE AWPA T-1

Esta Norma de Procedimiento y Tratamiento contiene los requisitos mínimos y las limitaciones del proceso para el tratamiento de productos de madera bajo las Normas de AWPA. Esto incluye el acondicionamiento de la madera para el tratamiento, los procesos y las limitaciones del tratamiento, resultados finales del tratamiento, manipulación posterior del tratamiento, y el control de calidad aplicable a todos productos básicos tratados bajo el Sistema de Categoría de Uso de AWPA. Se debe usar en conjunción con la Norma U1 de AWPA "Sistema de Categoría de Uso: Especificación del Usuario para Madera Tratada", que enumera las retenciones para los productos básicos y sus condiciones de exposición. Las prácticas y los resultados de tratamiento estará de conformidad con todas las normas de AWPA, incluyendo: Las normas "P" que detallan los preservantes químicos aceptados por AWPA, las normas "A" que contienen los métodos de análisis para cuantificar y monitorear las prácticas del tratamiento con preservantes y productos de madera, y las normas "M" que son normas diversas. Requisitos del procesamiento específicos a productos básicos individuales enumerados en las Especificaciones de Productos Básicos de la Categoría de Uso se encuentran en la Sección 8 de esta norma. Esta norma usa unidades SI (a saber, unidades métricas). Unidades inglesas son conversiones aproximadas y solo son para fines informativos.

the TIE GUIDE

SECCIÓN C: TRAVIESAS Y TRAVIESAS DE CAMBIO

JURISDICCIÓN: COMITÉ TÉCNICO DE AWPA T-3

1. Secado: Donde se permite las circunstancias o condiciones climáticas, traviesas pueden ser secado con aire. Los procedimientos del secado con aire son dados en la norma de AWPA M1. El contenido de humedad máximo no será más que:

Especie	Secado (Meses)	Contenido de Humedad: Secada al Horno (%)
Robinia, Roble, Nogal Negro	9-14	50
Abeto Douglas, Alerce Occidental	5-10	20
Tupelo, Liquidámbar	4-7	40
Pino del Sur	3-6	30
Pacana, Otras Maderas Duras	4-10	40

El contenido de humedad de traviesas secadas por aire ha de ser obtenido de barrenas de 50 mm (2") sacados del medio, entre los extremos, a la mitad de la cara al borde, y en el medio de la pila.

El secado al horno es permitido en tal manera que no causa daño serio.

El secado por el proceso Boulton es permitido para todas especies.

Donde sea permitida, la temperatura de condicionamiento por vapor no excederá 115°C (240°F). Duración total no excederá 17 horas para Pino Ponderosa y del Sur, 6 horas para Abeto Douglas Costal y 3 horas para Pino Rojo, Contorta, y de Banks. Condicionamiento por vapor no es permitido para otras especies.

2. Limitaciones de Presión: Presión mínimo es 850 kPa (125 psig) para los tratamientos negativos. Presiones máximos no excederán:

1750 kPa (250 psig) para Roble, Pacana, y maderas duras mezcladas

1400 kPa (200 psig) para Pino del Sur, Pino Ponderosa

1325 kPa (190 psig) para el tratamiento a base de agua del Abeto Douglas Costal.

1200 kPa (175 psig) para Pino Contorta, Roja y de Banks.

1050 kPa (150 psig) para Abeto Douglas Costal, Abeto Douglas de Entre Montaña, Tsuga Heterófila, Alerce Occidental

the **TIE** GUIDE

3. Concentraciones Mínimas de Conservante: La concentración mínima de preservante para pentaclorofenol para tratamiento negativa será 5% m/m. La concentración mínima de preservante para naftenato de cobre para tratamiento negativo será 0,8% m/m cobre como metal.

4. Baños de Expansión: Baños de expansión para el recubrimiento de preservante y la retardación de desangramiento son permitidos en todas especies de traviesa con tal de que las temperaturas no excedan las listadas en sección 8.3.1

5. Probación de Retención: La retención neta de cualquiera carga no será menos que 90% de la retención especificado, pero la retención de 5 cargas consecutivas será por lo menos 100%. Cuando un contrato consta de menos que 5 cargas, la retención neta de cualquiera carga no será menos que 95% de lo especificado. La retención de solución de preservante retenido será calculada tras la corrección del volumen de conservante a 40° C (100° F) para creosota usando las tablas de "Factors 1" en AWPA Book of Standards y a 16°C (60°F) para pentaclorofenol o naftenato de cobre usando las tablas de "Factors 2" en AWPA Book of Standards. Alternativamente, naftenato de cobre puede ser por ensayo. Para las traviesas pretratada con SBX (DOT) y las traviesas tratadas con SBX-O (ácido bórico) de un paso, la retención de boro será determinada por espesor, o ensayo de una zona de ensayo de 0,0 a 3,0 pulgadas. (Donde se usa el método de Boulton en las traviesas pretratadas, puede ser que ocurre una pérdida del boro.) En el caso de disputa, los resultados (ensayo) del boro tendrán prioridad. Otros preservantes que requieren resultados de retención por ensayo se referirán a las zonas de ensayo en la Norma T1, Sección A, Tabla 11 para los productos aserrados.

6. Requisitos de Penetración: Una médula barrenada será sacada del centro de 20 traviesas de cada carga. Si 80% de las barrenas se cumplen con los requisitos de penetración, la carga será aceptada. Para Roble, si la penetración promedio de veinte barrenas de 75mm (3") se cumple con los requisitos de penetración, la carga será aceptada. Los requisitos de penetración para SBX (DOT) y SBX-O (ácido bórico) serán detallados en la Tabla C6 (abajo) para Roble, Pacana, Maderas Duras Mezcladas, Pino del Sur, y Pino Ponderosa. Instrucciones para evaluar la penetración, incluyendo provisiones específicas para traviesas de roble rojo y de goma, se encuentran en la Norma M2, Parte A, Sección 4.3.



the **TIE** GUIDE



C6. REQUISITOS MÍNIMOS DE PENETRACIÓN DEL PRESERVANTE PARA TRAVIESAS Y TRAVIESAS DE CAMBIO

Especies	Especificación de Penetración Mínima del Preservante (Profundidad en la Madera se Expresa Como)	
	Pulgadas y/o % de Albura	mm y/o % de Albura
Roble Rojo	65% de Anillos Anuales (c)	
Roble Blanco y Pacana	95% de Albura (d)	
Maderas Duras Mezcladas	1.5 inches or 75% (a)	38 mm ó 75% (a)
Pino del Sur, Pino Ponderosa	2.5 inches or 85%	63 mm ó 85%
Abeto Douglas Costal		
Tsuga del Pacífico		
Alerce Occidental	0.5 inches and 90% (b)	13 mm y 90% (b)
Abeto		
Abeto Douglas de Entre Montaña	0.5 inches and 90% (b)	13 mm y 90% (b)
Pino Rojo, Contorta, y de Banks	0.5 inches and 90% (b)	13 mm y 90% (b)

Notas al Pie: Tablas de Penetración

(a) Donde se especifica profundidad "ó" porcentaje de la penetración de albura, debe interpretarse como cualquier sea menos.

(b) Donde se especifica profundidad "y" porcentaje de la penetración de albura, debe interpretarse como cualquier sea más.

(c) Para Roble Rojo, la penetración tiene que tener un promedio de un mínimo de 65% de veinte médulas de 75 mm (3,0").

(d) Roble Blanco tratado con ACZA también tiene que tener un promedio de penetración de duramen de 33% (basado en cualquier porción tratada) en veinte médulas de 38 mm (1,5").

the **TIE** GUIDE

U 1 Norma U1 de AWPA requiere que los preservantes usados en el tratamiento de productos de madera conforman a las Normas de Preservante de AWPA aplicables, que contienen los requisitos para las propiedades de cada formulación de preservante. Las Normas de Preservante siguientes se incluyen en las próximas páginas

- P1/P13-13: Norma para Preservante de Creosota
- P2-13: Norma para Solución de Creosota
- P3-14: Norma para Solución de Petróleo-Creosota
- P22-14: Norma para Amoniacal arseniato de zinc y cobre (ACZA)
- P25-14: Norma para Boro Inorgánico (SBX)
- P35-10: Norma para Pentaclorofenol (PCP)
- P36-11: Norma para Naftenato de Cobre (CuN)
- P60-14: Norma para Boro Inorgánico, a Base de Aceite (SBX-O)



Estas Normas de Preservante también contienen referencias a Normas de Solventes de Hidrocarburo además de referencias a Normas de Análisis de AWPA que permiten que un inspector determine conformidad del sistema de preservante a la Norma de Preservante aplicable. Todas de estas normas adicionales están disponibles de AWPA.

the TIE GUIDE

P1/P13-13

AMERICAN WOOD PROTECTION ASSOCIATION STANDARD

© 2015 All Rights Reserved

NORMA PARA PRESERVANTE DE CREOSOTA

Jurisdicción: Comité técnico de AWPA P-3

Reafirmado en 2000 y 2001 con correcciones de redacción, título enmendado en 1999, 2000, y 2001; reafirmado en 2006; formateado en 2009; reafirmado en 2013.

Esta Norma fue desarrollada por los comités técnicos de AWPA en un proceso abierto, basado en el consenso. Cualquier modificación, desviación, o excepción a esta Norma invalida cualquier referencia a esta Norma y anula cualquier declaración de conformidad con esta Norma.

Código tipo	CR																				
Nombre del preservante sistema	Preservante de Creosota																				
Descripción del preservante	Destilado de alquitrán de hulla																				
Método de aplicación/Modelo de uso	Tratamiento a vacío-presión																				
Composición del preservante y los requisitos físicos y químicos de material nuevo y material en uso en soluciones de tratamiento	La creosota será ya destilado derivado enteramente de alquitrán producido por la carbonización de carbón bituminoso																				
Composición	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Material Nuevo</th> <th colspan="2">Material en uso</th> </tr> <tr> <th>No menos de</th> <th>No más de</th> <th>No menos de</th> <th>No más de</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>1,5</td> <td>-</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>0,5</td> <td>-</td> <td>1,5</td> </tr> </tbody> </table>	Material Nuevo		Material en uso		No menos de	No más de	No menos de	No más de	-	1,5	-	3,0	-	0,5	-	1,5				
Material Nuevo		Material en uso																			
No menos de	No más de	No menos de	No más de																		
-	1,5	-	3,0																		
-	0,5	-	1,5																		
Contenido de agua [% por volumen]																					
Materia insoluble en Xileno [% por peso]																					
Gravedad Específica @ 38 °C [en comparación con agua @ 15,5 °C]	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Material Nuevo</th> <th colspan="2">Material en uso</th> </tr> <tr> <th>No menos de</th> <th>No más de</th> <th>No menos de</th> <th>No más de</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,070</td> <td>-</td> <td>1,070</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1,028</td> <td>-</td> <td>1,028</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1,100</td> <td>-</td> <td>1,100</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Material Nuevo		Material en uso		No menos de	No más de	No menos de	No más de	1,070	-	1,070	-	1,028	-	1,028	-	1,100	-	1,100	-
Material Nuevo		Material en uso																			
No menos de	No más de	No menos de	No más de																		
1,070	-	1,070	-																		
1,028	-	1,028	-																		
1,100	-	1,100	-																		
Creosota Entera																					
Fracción 235-315 °C																					
Fracción 315-355 °C																					
Destilación: Lo Destilado, % por peso de bases libres de agua, será entre los siguientes límites:																					
Hasta 210 °C																					
Hasta 235 °C																					
Hasta 270 °C																					
Hasta 315 °C																					
Hasta 355 °C																					
Portadores/diluyentes aceptables	No aplicable																				
Requisitos para la solución de tratamiento	Véase la sección "Composición del Preservante"																				
Métodos de análisis	Preservante																				
[Solo los métodos principales son enumerados. Véase el Book of Standards de AWPA para otras normas aplicables]	Norma A1-06 de AWPA																				
Aplicación Jurisdicción Historia	Comité técnico de AWPA P-3																				
Reafirmación	Formateado en 2009																				
Enmiendas	2000, 2001, 2006, 2013 1999, 2000, 2001, 2013																				

the TIE GUIDE

P2-13

AMERICAN WOOD PROTECTION ASSOCIATION STANDARD

© 2015 All Rights Reserved

NORMA PARA SOLUCIÓN DE CREOSOTA

Jurisdicción: Comité técnico de AWPAP-3

Reafirmado en 1995 con pequeñas correcciones de redacción; y modificado en 1998 para remover, sin perjuicio causado por una falta de uso y obsolescencia, un requisito de residuos de coque de petróleo, y reafirmado con pequeñas correcciones de redacción in 2001. Fue otra vez reafirmado en 2006. Formateado en 2009 reafirmado en 2013.

Esta Norma fue desarrollada por los comités técnicos de AWPAP en un proceso abierto, basado en el consenso. Cualquier modificación, desviación, o excepción a esta Norma invalida cualquier referencia a esta Norma y anula cualquier declaración de conformidad con esta Norma.

Código tipo	CR-S
Nombre del preservante sistema	Solución de creosota
Descripción del preservante	Destilado de alquitrán de hulla o una solución de alquitrán de hulla
Método de aplicación/Modelo de uso	Tratamiento a vacío-presión
Composición del preservante y los requisitos físicos y químicos de material nuevo y material en uso en soluciones de tratamiento	La materia será de un producto puro de alquitrán de hulla derivado enteramente de alquitrán producido por la carbonización de carbón bituminoso. Puede ser: Un destilado de alquitrán de hulla, o una solución de alquitrán de hulla en un destilado de alquitrán de hulla
Composición	
Contenido de agua [% por volumen]	
Materia insoluble en Xileno [% por peso]	
Gravedad Específica @ 38 °C [en comparación con agua @ 15,5 °C]	
Creosota Entera	
Fracción 235-315 °C	
Fracción 315-355 °C	
Destilación: Lo Destilado, % por peso de bases libres de agua, será entre los siguientes límites:	
Hasta 210 °C	
Hasta 235 °C	
Hasta 315 °C	
Hasta 355 °C	
Portadores/diluyentes aceptables	No aplicable
Requisitos para la solución de tratamiento	Véase la sección "Composición del Preservante"
<input type="checkbox"/> Misceláneo	Referencias: Procedimientos de AWPAP 1917, 1918, 1921, 1923, 1933, 1935, 1936, 1941, 1942, 1947, 1953, 1954, 1957, 1958, 1968, 1985, 1989, 1995, 1998, 2001
Métodos de análisis [Solo los métodos principales son enumerados. Véase el Book of Standards de AWPAP para otras normas aplicables]	Preservante Norma A1-06 de AWPAP
Aplicación	
Jurisdicción	Comité técnico de AWPAP P-3
Historia	Formateado en 2009
Reafirmación	1995, 1999, 2001, 2006, 2013
Enmiendas	1998, 2013

the TIE GUIDE

P3-14

AMERICAN WOOD PROTECTION ASSOCIATION STANDARD

© 2015 All Rights Reserved

STANDARD FOR CREOSOTE-PETROLEUM SOLUTION

Jurisdicción: Comité técnico de AWPA P-3

Reafirmado en 2000 y en 2001 con un cambio de formato. Fue reafirmado en 2006, formateado en 2009, reafirmado en 2013, y revisado en 2014.

Esta Norma fue desarrollada por los comités técnicos de AWPA en un proceso abierto, basado en el consenso. Cualquier modificación, desviación, o excepción a esta Norma invalida cualquier referencia a esta Norma y anula cualquier declaración de conformidad con esta Norma.

Código tipo	CR-PS
Nombre del preservante sistema	Solución de Creosota y Petróleo
Descripción del preservante	Una mezcla de destilado de alquitrán de hulla y aceite de petróleo
Método de aplicación / Modelo de uso	Tratamiento a vacío-presión
Composición del preservante y requisitos físicos y químicos	
Composición de la Solución	Creosota: Min. 50 % Petróleo: Máx. 50 %
Composición de Creosota Composición del Aceite de Petróleo	Según la Norma del Preservante 'CR' Según la Norma del Solvente HSH
Portadores/diluyentes aceptables	Véase la sección "Composición del Preservante"
Requisitos para la solución de tratamiento	Véase la sección "Composición del Preservante"
Misceláneo	Por causa de la precisión limitada de cuantificar la Creosota en las soluciones de Creosota y aceite de petróleo, puede ser que el cliente quiera obtener las materias separadamente y entonces tenerlas mezclada bajo su supervisión
Métodos de análisis	Preservante
[Solo los métodos principales son enumerados. Véase el Book of Standards de AWPA para otras normas aplicables]	Norma A22 de AWPA
Aplicación	
Jurisdicción	Comité técnico de AWPA P-3
Historia	Formateado en 2009
Reafirmación	2000 2001, 2006, 2013
Enmiendas	2014

the **TIE** GUIDE

Solución de Creosota y Petróleo (CPS) consistirá solamente de proporciones especificados de Creosota que conforman a la norma P1/P13 de AWPA y de Aceite de Petróleo que conforman a la norma P4 de AWPA.

1. Ninguna solución de creosota y petróleo contendrá menos de 50% de tal creosota por volumen ni más de 50% de tal aceite de petróleo por volumen.
2. La prueba para establecer conformidad con los requisitos precedentes será hecho en concordancia con la norma A22 de AWPA.
3. Por causa de la exactitud de esta prueba, puede ser que el cliente quiera obtener las materias separadamente y entonces tenerlas mezclada bajo su supervisión.



the TIE GUIDE

P22-14

AMERICAN WOOD PROTECTION ASSOCIATION STANDARD

© 2015 All Rights Reserved

NORMA PARA AMONIACAL ARSENIATO DE ZINC Y COBRE (ACZA)

Jurisdicción: Comité técnico de AWPA P-4

Adoptado en 2008, revisado y reafirmado en 2014

Esta Norma fue desarrollada por los comités técnicos de AWPA en un proceso abierto, basado en el consenso. Cualquier modificación, desviación, o excepción a esta Norma invalida cualquier referencia a esta Norma y anula cualquier declaración de conformidad con esta Norma.

Código tipo	ACZA												
Nombre del preservante sistema	Amoniacal arseniato de zinc y cobre												
Descripción del preservante	Preservante a base de agua, a base de álcali (amina/amónico)												
Método de aplicación/Modelo de uso	Tratamiento a vacío-presión												
Composición del preservante y requisitos físicos y químicos													
Composición a base de óxido por 100%	Cobre como CuO: 50,0 % Zinc como ZnO: 25,0 % Arsénico como As ₂ O ₅ : 25,0 %												
Criterio de pureza – activos	La solución de tratamiento contendrá cobre bivalente, zinc bivalente y arsénico pentavalente derivado de compuestos con una pureza 95% en sustancia anhidra.												
Adyuvantes esenciales	Lo anterior se disolverá en una solución de amoníaco (NH ₃) en agua. El peso de amoníaco contenido en una solución de tratamientos y obtenido de hidróxido amónico, será por lo menos 1,38 veces el peso de óxido de cobre. Para ayudar la solución, también es necesario que la solución de tratamiento contenga bicarbonato amónico (NH ₄ HCO ₃) por lo menos igual a 0,92 veces el peso de óxido de cobre.												
Portadores/diluyentes aceptables	Agua												
Solución de tratamiento													
Tolerancias	Tolerancias de Solución a Base de 100% de Óxido y Activos <table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Mínimo</th> <th>Máximo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cobre como CuO:</td> <td>45,0 %</td> <td>55,0 %</td> </tr> <tr> <td>Zinc como ZnO:</td> <td>22,5 %</td> <td>27,5 %</td> </tr> <tr> <td>Arsénico como As₂O₅:</td> <td>22,5 %</td> <td>27,5 %</td> </tr> </tbody> </table>	Componente	Mínimo	Máximo	Cobre como CuO:	45,0 %	55,0 %	Zinc como ZnO:	22,5 %	27,5 %	Arsénico como As ₂ O ₅ :	22,5 %	27,5 %
Componente	Mínimo	Máximo											
Cobre como CuO:	45,0 %	55,0 %											
Zinc como ZnO:	22,5 %	27,5 %											
Arsénico como As ₂ O ₅ :	22,5 %	27,5 %											
Limitaciones	La composición de la solución de tratamiento usada puede desviar fuera de los límites especificados arriba dado que:												
pH	(a) La retención del preservante en madera tratada se determina por ensayo y la retención así determinada conforma a los requisitos especificados en las tablas en la sección 3 de la norma T1 de AWPA y												
Temperatura	(b) Se actúa de inmediato para ajustar la composición de la solución de tratamiento.												
Valencia del compuesto del arsénico	Ninguna Ninguna, excepto por las limitaciones bajo la norma UCS T1 El estado de valencia del componente arsénico de las soluciones de tratamiento de ACZA se determinará de conformidad con la sección 12 de la norma A2 de AWPA para asegurar que el arsénico está en su forma pentavalente.												
Métodos de análisis [Solo los métodos principales son enumerados. Véase el Book of Standards de AWPA para otras normas aplicables]	Concentrado/Soluciones: AWPA A2, A9, A21, A59 Madera: AWPA A2, A9, A21												
Aplicación Jurisdicción Historia Reafirmación Enmiendas	Comité técnico de AWPA P-4 Anteriormente Norma P5 de AWPA, número 3 fue adoptada originalmente en 1982 1995, 2002, 2008, 2014 2008 [formateado], 2010, 2014												

the
TIE
GUIDE



the TIE GUIDE

P25-14

NORMA DE LA ASOCIACIÓN AMERICANA DE PROTECCIÓN DE MADERA

© 2015 All Rights Reserved

NORMA PARA BORO INORGÁNICO (SBX)

Jurisdicción: Comité técnico de AWPA P-4

Adoptado en 2008; revisado en 2013, reafirmado en 2014.

Esta Norma fue desarrollada por los comités técnicos de AWPA en un proceso abierto, basado en el consenso. Cualquier modificación, desviación, o excepción a esta Norma invalida cualquier referencia a esta Norma y anula cualquier declaración de conformidad con esta Norma..

Código tipo	SBX
Nombre del preservante sistema	Boro Inorgánico
Descripción del preservante	Preservante a base de agua
Método de aplicación/ Modelo de uso	Tratamiento a vacío-presión
Composición del preservante y requisitos físicos y químicos	Boro, como B ₂ O ₃ % 100 %
Composición a base de óxido por 100%	El sólido o la solución de tratamiento estarán hecho de compuestos que son suficientemente hidrosoluble, cada uno en exceso de 98 por ciento de pureza en sustancia anhidra.
Criterio de pureza – activos	
Compuestos activos aceptables	Octaborato de sodio Tetraborato de sodio Pentaborato de sodio Ácido Bórico FR-1
Portadores/diluyentes aceptables	Agua
Solución de tratamiento	
Limitaciones pH Temperatura	Ninguna Ninguna, excepto por las limitaciones bajo la norma UCS T1
Métodos de análisis	Concentrado/Soluciones: AWPA A2-09, A9-08, A21-08 Madera: AWPA A3-08, A7-04, A9-08, A21-08, A40-07
Aplicación	
Jurisdicción Historia Reafirmación Enmiendas	Comité técnico de AWPA P-4 Anteriormente Norma P5 de AWPA, Número. 9 2000, 2007, 2014 1995, 2010, 2013

the TIE GUIDE

P35-10

NORMA DE LA ASOCIACIÓN AMERICANA DE PROTECCIÓN DE MADERA
© 2015 All Rights Reserved

NORMA PARA PENTACLOROFENOL (PCP)

Jurisdicción: Comité técnico de AWPA P -3
Adoptado en 2008.

Esta Norma fue desarrollada por los comités técnicos de AWPA en un proceso abierto, basado en el consenso. Cualquier modificación, desviación, o excepción a esta Norma invalida cualquier referencia a esta Norma y anula cualquier declaración de conformidad con esta Norma..

Código tipo Nombre del preservante sistema	PCP Pentaclorofenol
Descripción del preservante	Preservante transmitido por aceite
Método de aplicación & Modelo de uso	Tratamiento a vacío-presión
Composición del preservante y requisitos físicos y químicos <input type="checkbox"/> Composición a base 100% activa <input type="checkbox"/> Criterio de pureza activos <input type="checkbox"/> Punto de Congelación	Pentaclorofenol: 100 %. (a) Pentaclorofenol contendrá no menos de 95 por ciento de fenoles clorados como determinados por titulación de hidroxilo y calculado como pentaclorofenol. (b) Contendrá no más de 1 por ciento de materia insoluble en soluciones acuosas de hidróxido de sodio 1N. No menos de 174 °C
Portadores/diluyentes aceptables	Solvente de Hidrocarburo Tipo A, Solvente de Hidrocarburo Tipo C
Solución de tratamiento	Para soluciones de tratamiento de PCP y los requisitos de ellas, véase norma P9 de AWPA, Tipo A y Tipo C
Métodos de análisis [Solo los métodos principales son enumerados. Véase el Book of Standards de AWPA para otras normas aplicables]	Concentrado/Soluciones: Norma de AWPA A5-00 Números 1, 2, 3 y 5 Madera: Norma de AWPA A5-00 Número 5, A3-05 Número 4
Aplicación Jurisdicción Historia Reafirmación Enmiendas	Comité técnico de AWPA P-3 Anteriormente Norma P8 de AWPA, Número 1 1995, 2001, 2005, 2010 Ningunas

NORMA PARA COPPER NAFTENATO (CUN)

**Jurisdicción: Comité técnico de AWPA P -3
Adoptado en 2008.**

Esta Norma fue desarrollada por los comités técnicos de AWPA en un proceso abierto, basado en el consenso. Cualquier modificación, desviación, o excepción a esta Norma invalida cualquier referencia a esta Norma y anula cualquier declaración de conformidad con esta Norma..

Código tipo	CuN
Nombre del preservante sistema	Naftenato de Cobre
Descripción del preservante	Preservante transmitido por aceite
Método de aplicación & Modelo de uso	Tratamiento a vacío-presión / Tratamiento sin presión
Composición del preservante y requisitos físicos y químicos	
Composición a base 100% activa	Naftenato de Cobre, como metal Cu: de 6 a 8 %.
Criterio de pureza activos	(a) El ácido usado en la fabricación del naftenato de cobre será ácido Nafténico del grupo de ácidos carboxílicos alicíclicos que ocurren en petróleo y tendrá un índice de acidez de no menos de 180 mg KOH/g en base exento de aceite (b) Todo el cobre presente en el concentrado se combinará como naftenato de cobre. (c) El concentrado de naftenato de cobre contendrá no más de 0,5 % de agua (d) El cobre extraíble con agua será no más de 2 % (relativo) del total del cobre en el concentrado
Portadores/diluyentes aceptables	Solvente de Hidrocarburo
Solución de tratamiento	Para soluciones de tratamientos del naftenato de cobre y los requisitos, véase a las normas de AWPA P9 Tipo A y P9 Tipo C
Métodos de análisis [Solo los métodos principales son enumerados. Véase el Book of Standards de AWPA para otras normas aplicables]	Concentrado/Soluciones: Cu: Norma de AWPA A5-09 No. 7, 12, y 13, A9-08, A21-08 Ácido Nafténico/Naftenato de Cobre: Norma de AWPA A13-03, A41-06 Madera: Cu: Norma de AWPA A9-08, A21-08 Naftenato de Cobre: Norma de AWPA A41-06
Aplicación	
Jurisdicción	Comité técnico de AWPA P-3
Historia	Anteriormente Norma P8 de AWPA, número 2
Reafirmación	1998, 2002, 2011
Enmiendas	2002, 2011

NORMA PARA BORO INORGÁNICO, A BASE DE ACEITE (SBX-O)

Jurisdicción: Comité técnico de AWPA P -3
Adoptado en 2014

Esta Norma fue desarrollada por los comités técnicos de AWPA en un proceso abierto, basado en el consenso. Cualquier modificación, desviación, o excepción a esta Norma invalida cualquier referencia a esta Norma y anula cualquier declaración de conformidad con esta Norma.

Código tipo	SBX-O
Nombre del preservante sistema	Boro Inorgánico
Descripción del preservante	Preservante a base de aceite
Método de aplicación/Modelo de uso	Tratamiento a vacío-presión
COMPOSICIÓN DEL PRESERVANTE Y REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS Composición a base de óxido por 100% Criterio de pureza – activos Compuestos activos aceptables Aduvantes Esenciales	Boro, como B ₂ O ₃ 100% En exceso de 98% Ácido bórico Monoetanolamina (MEA) tendrá función de cosolvente con una fracción molar que no excede a (MEA:1 Ácido Bórico
Portadores/diluyentes aceptables	P1/P13 Creosota, P2 Solución de creosota y P3 Solución de creosota en petróleo Nota: Estos portadores son preservantes estandarizados por AWPA que tienen una función biocida primaria cuando se usa con SBX a base de aceite
Solución de tratamiento Limitaciones	SBX a base de aceite no excederá 5,6% B ₂ O ₃ en la solución de tratamiento. Como limitado bajo la Norma T1 para creosota y soluciones de creosota
Métodos de análisis [Solo los métodos principales son enumerados. Véase el Book of Standards de AWPA para otras normas aplicables]	Concentrado/Soluciones: Normas de AWPA A21, A40 Madera: Normas de AWPA A68, A78, A7, A21 y A40
Aplicación Jurisdicción Historia Reafirmación Enmiendas	Comité técnico de AWPA P-3 Adoptado en 2014

the
TIE
GUIDE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Wood-Preservers' Association (AWPA). 2016. THE BOOK STANDARDS. The American Wood-Preservers' Association, Selma, AL.

American Railway Engineer Maintenance-Of-Way Association (AREMA). 2016. TIES AND WOOD PRESERVATION, Chapter 30. Landover, MD.

Hoadley, R. Bruce. 1990. IDENTIFYING WOOD. The Taunton Press, Newtown, CT.

Hoadley, R. Bruce. 1980. UNDERSTANDING WOOD. The Taunton Press, Newtown, CT.

Hunt, G. M. and G. A. Garratt. 1938. WOOD PRESERVATION. McGraw-Hill Company, New York, NY.

Nicholas, D. D., Editor. 1973. WOOD DETERIORATION AND ITS PREVENTION BY PRESERVATIVE TREATMENTS, Volumes I & II. Syracuse University Press, Syracuse, NY.

The Railway Tie Association (RTA). 2003. SPECIFICATIONS FOR TIMBER CROSSTIES & SWITCH TIES. Published By The Railway Tie Association, Fayetteville, GA.

USDA Agriculture Handbook No. 40. 1952. Preservative Treatment of Wood By Pressure Methods. Superintendent of Documents, Washington, DC.

USDA Agriculture Handbook No. 72. 1999. WOOD HANDBOOK: WOOD AS AN ENGINEERING MATERIAL. Superintendent of Documents, Washington, DC.

THE WOOD CROSS TIE A THREE QUARTERS OF A CENTURY HISTORY. Published By The Railway Tie Association, Gulf Shores, AL.

Youngquist, W. G. and H. O. Fleischer. 1977. WOOD IN AMERICAN LIFE - 1776–2076. Forest Products Research Society, Madison, WI.

the **TIE** GUIDE

S O B R E L O S A U T O R E S

GEOFFREY V. WEBB • AUTOR

Geoff Webb es un graduado de la Universidad Estatal de Pensilvania (Pennsylvania State University) licenciado (BS) en Productos Forestales y tiene un MBA en Marketing y Negocios Internacionales de la Universidad de Duquesne. Geoff es Director - Productos de Protección de la Madera de la Troy Corporation. Él ha ocupado puestos en Arch Wood Protection (Gerente Comercial, Productos Químicos Especiales) y Kop-Coat (Director de Ventas y Marketing). Él tiene una amplia experiencia en la protección de la superficie de la madera y en el tratamiento a presión de la madera a base de solvente.

Se puede contactar con Geoff Webb al número telefónico 973.443.4200 x2275; o por E-mail: WebbG@TroyCorp.com

DAVID A. WEBB • AUTOR

Dave Webb tiene una licenciatura (BS) de Baldwin-Wallace College y un Máster Forestal de la Universidad Duke en Madera y Productos Forestales. Él tiene más de 45 años de experiencia en el campo de los productos de madera y la preservación de la madera. Dave ha desarrollado productos nuevos en los áreas de adhesivos, acabados, y preservantes de madera; ha escrito más de 50 documentos técnicos sobre varios temas que tienen que ver con productos de madera; es el titular de tres patentes estadounidenses; y tiene una empresa consultoría en el campo de los productos y las preservantes de madera. Anteriormente era el presidente de la Asociación Americana de Protección de Madera (AWPA) y ocupaba la presidencia del Comité de Investigación y Desarrollo de RTA. Sr. Webb recibió el Premio al Mérito de la Asociación en 2001.

Se puede contactar con Dave Webb al número telefónico 724.898.9663, o por E-mail: davidawebb@aol.com

STEPHEN SMITH • AUTOR

Stephen Smith es un ingeniero profesional que ofrece servicios de consultoría a la industria de la protección de madera desde su hogar en Helena, Montana. Él tiene más de 30 años de variada experiencia con la preservación de la madera. Steve, junto con Chris Bolin de AquAeTer, escribió las Evaluaciones de Ciclo de Vida de productos de madera tratada para el Consejo de Madera Tratada, que incluye uno de traviesas tratada con creosota en comparación con traviesas de hormigón o de plástico. Entre sus proyectos recientes se encuentran:

- Perito judicial en cuanto a las prácticas industriales de una instalación anterior de tratamiento con creosota.
- Una encuesta de los métodos de desechar las traviesas que son usados por los ferrocarriles y sus contratistas,
- Ayudando la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) en cuanto a la regla de Materiales Secundarios no peligrosos, y
- Revisiones de documentos sobre sistemas nuevos de la protección de la madera para enviar al ICC-ES.

puede contactar con Stephen Smith al número telefónico 406.459.3386, o por E-mail: stephensmith@wildblue.net

the **TIE** GUIDE

ALLAN M. ZAREMBSKI, P.H.D., P.E. • INGENIERO CONSULTOR

Dr. Zarembski es una autoridad reconocida internacionalmente en los campos de análisis de vía y vehículo, y del sistema de vías, análisis de fallas de componentes ferroviarios, fuerza de las vías férreas, y planificación del mantenimiento. Dr. Zarembski actualmente es Profesor de Investigación y Director del Programa de Ingeniería y Seguridad Ferroviaria en el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Delaware. Antes de eso era Presidente de ZETA-TECH, Associates, Inc., una compañía de consultoría técnica y tecnología aplicada fundada por el Dr. Zarembski en 1984. Dr. Zarembski también sirvió como Director de I&D para Pandrol Inc., Director de I&D para Speno Rail Services Co. y Gerente de Investigación de Vías Férreas para la Asociación de Ferrocarriles Americanos.

Se puede contactar con el Dr. Zarembski por email: dramz@udel.edu

DR. TERRY CONNERS • MICROGRAFÍAS Y AUTOR

Dr. Terry Connors es Especialista de Extensión de los Productos de Madera en el Departamento Forestal de la Universidad de Kentucky, y la mayoría de su trabajo tiene que ver con proveer asistencia técnica a los pequeños productores de productos madereros. Él ha enseñado el seminario de clasificación de traviesas de la RTA desde 1998, y es un miembro del comité de educación de RTA y del comité de I&D. Además de su trabajo con la RTA, cada año él realiza cursos cortos que tienen que ver con el tronzo de madera para hacer traviesas, identificación de madera, la desecación de la madera por horno, y marketing para pequeñas empresas.

Se puede contactar con el Dr. Connors o al número telefónico (859) 619-9018 o por email terry.conners@uky.edu

CASEY B ADAMS • TRADUCTOR

Casey Adams tiene una licenciatura (BS) de la Universidad de Virginia del Sur (Southern Virginia University) en literatura y lingüística española y un Máster en la lingüística teórica de la Universidad de Syracuse. Actualmente, más allá de traducir para la RTA, Casey es lingüista para el gobierno federal.

Se puede contactar con Casey por email cbradfield124@gmail.com

JAMES C. GAUNTT • AUTOR, FOTOGRAFÍA Y EDITOR

DIRECTOR EJECUTIVO DE LA ASOCIACIÓN DE TRAVIESAS PARA VÍAS FÉRREAS

Jim Gauntt ha pasado todos de los 37 años de su carrera en la industria de la preservación de madera. Su obra abarca actuar como el Director Nacional de Códigos y Aceptación del Producto para la Compañía de la Preservación de la Madera Osmose América; vicepresidente de ventas para Randall Brothers, Inc., una instalación importante para los productos de madera que lleva 120 años en carpintería de terminación, que es un distribuidor de materiales de construcción y que trata a presión a la madera; y como Director Ejecutivo de la Asociación de Traviesas para Vías Férreas. Con regularidad, Sr. Gauntt escribe editoriales y artículos para la revista Crossties, una publicación de la RTA que llega a más de 3.000 lectores bimestralmente. Se puede contactar con Sr. Gauntt por la oficina de la Asociación de Traviesas para Vías Férreas a:

115 Commerce Drive, Suite C, Fayetteville, Georgia 30214

770.460.5553 voz 770.460.5573 fax

E-mail: ties@rta.org • Sitio Web: www.rta.org



115 Commerce Drive, Suite C,
Fayetteville, Georgia 30214

770.460.5553 voice 770.460.5573 fax

E-mail: ties@rta.org | Website: www.rta.org