

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA



Mark van Benthem
Mariska Massop

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

Hacia una mejora de la calidad de la madera holandesa

*Mark van Benthem
Mariska Massop
IVAM Environmental Research
Universiteit van Amsterdam
Postbus 18180
1001 ZB Amsterdam
Telefoon: 020-5255080
Amsterdam, september 1999*

Traducción del original: Arquitecto Wim Kok

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

Se afirmara que el Tratamiento de Madera por Inmersión en Agua ya no juega más un rol; sin embargo, estas argumentaciones se deben retrucar con la mayor firmeza"

(Van As & Wiedijk, 1948)

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

RESUMEN

El tratamiento de madera por inmersión en agua se inscribe en el contexto del desarrollo sostenible y, particularmente, en relación con la búsqueda de más atención y seguimiento en el mayor empleo de madera nacional de calidad. El tratamiento de madera por inmersión en agua significa que durante un período prolongado de tiempo, generalmente de nueve meses a tres años, el tronco recién talado sin aserrar se mantiene en el agua, con el objetivo de mejorar su procesamiento, aumentar la durabilidad de la madera y mejorar su estabilidad (reducir el "movimiento")de la madera después del secado.

De acuerdo al estudio de la bibliografía disponible y datos prácticos obtenidos de dieciséis entrevistas con personas que tienen experiencia en el tratamiento de la madera por inmersión en agua, se constata que, en general se ha mejorado, la durabilidad y la "procesabilidad" o capacidad de procesamiento de la madera y la madera es más estable (trabaja menos). Es por esto que una parte de la madera nacional por no recibir este tratamiento por inmersión en agua, no calificaría para aplicaciones de madera de alta calidad (por ejemplo, marcos de madera) y para usos más exigidos

En el pasado, toda la madera se trataba por inmersión en agua. Cada aserradero que se preciara de tal debía poseer su pozo con su espejo de agua. Por el rol cada vez más importante del costo financiero es que esta práctica se dejó de lado y se convirtió en una rareza. En la actualidad, en los Países Bajos existen algunas empresas que, en pequeña escala, continúan realizando con el tratamiento de madera por inmersión en agua.

Los cuellos de botella para el tratamiento de madera a gran escala por inmersión en agua, además del costo financiero, son provocados por desconocimiento de esta práctica, y la disponibilidad de espejos o de lugares con corrientes de agua. También maderas ricas en taninos pueden ser fuentes de contaminación con metales de las corrientes del agua. El tratamiento de madera por inmersión en agua -en comparación con impregnación sales wolman perjudiciales para el medio ambiente-, es sin duda un método que prácticamente no tiene perjuicios al para el medio ambiente, que mejora su calidad y la vuelve mas durable y la hace más resistente.

La próxima prohibición de impregnación con sales wolman como conservante, la resolución de la Comisión Forestal para no llevar a cabo más talas en el verano y la certificación de gran parte de los bosques holandeses, ofrecen grandes oportunidades para aplicar a mayor escala el tratamiento de madera por inmersión en agua en Holanda.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

CONTENIDO

	pagina
PREFACIO	8
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO 1: TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA	11
1.1 ¿Qué es el tratamiento por inmersión en agua de la madera?	11
1.2 ¿Por qué la madera se sumerge en agua?	11
1.3 ¿Qué sucede con la madera en el agua?	12
1.4 ¿Cómo se trata la madera por inmersión en agua?	14
CAPÍTULO 2: CALIDAD DE LA MADERA TRATADA POR INMERSIÓN EN AGUA	18
2.1 Mantenimiento de la calidad	18
2.2 Descortezado más simple	19
2.3 Mejor aserrado	20
2.4 Tiempo de secado más corto	20
2.5 Desbobinado directo	20
2.6 Prevención de rajaduras por tracción y contracción	21
2.7 Mejor capacidad de absorción	21
2.8 La prevención de la decoloración	21
2.9 Coloración de la madera	22
2.10 Aroma	23
2.11 Madera estable	23
2.12 Mejorar la durabilidad	23
CAPÍTULO 3: EXPERIENCIAS CON TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA POR ESPECIES DE MADERA	25
Manzano (<i>Malus</i>)	25
Abedul (<i>Betula pendula</i> & <i>B. pubescens</i>)	25
Haya (<i>Fagus sylvatica</i>)	26

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

Acacia tres espinas (falso) (<i>Gleditsia triacanthos</i>)	27
Abeto de Douglas (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	27
Roble (<i>Quercus Petrea & Q. robur</i>)	28
Aliso (<i>Alnus incana & A. glutinosa</i>)	29
Fresno (<i>Fraxinus excelsior</i>)	30
Arce (<i>Acer</i>)	30
Abeto Abeto palteado (<i>Picea abies & Abies alba</i>)	30
Pino albar (<i>Pinus sylvestris</i>)	31
Acebo (<i>Ilex aquifolium</i>)	33
Olmo (<i>Ulmus</i>)	33
Cereso (<i>Prunus</i>)	34
Alerce (<i>Larix</i>)	34
Tilo (<i>Tilia</i>)	35
Nogal (<i>Juglans</i>)	35
Peral (<i>Pyrus communis</i>)	36
Álamo (<i>Populus</i>)	36
Robinia (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	37
Castaño (<i>Caslanea sativa</i>)	37
Sauce (<i>Salix</i>)	37
CAPÍTULO 4: OPORTUNIDADES Y OBSTÁCULOS	38
4.1 Los costos del tratamiento por inmersión en agua	38
4.2 Desconocimiento	39
4.3 Disponibilidad de espejos y corrientes de agua	40
4.4 Regulación del suministro de madera al mercado	41
4.5 Aplicaciones de madera de alta de calidad	41
4.6 Amigable con el medio ambiente	42
CAPÍTULO 5: TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSION EN AGUA EN LOS PAÍSES BAJOS	43
5.1 Historia	43
5.2 Situación actual	46
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
Fuentes	49

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

Anexo 1 de almacenamiento de las cepas en agua, sin pérdida de calidad (Voß 1988) 54

Anexo 2 Direcciones de las empresas y organismos que TRATAMIENTO DE MADERA POR
INMERSIÓN EN AGUA 56

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

PREFACIO

¿Tratamiento de madera por inmersión en agua?" "¿Disculpen?

Una y otra vez de esta pregunta resultó, que de un uso ampliamente conocido en el pasado, ahora simplemente esta técnica se olvidara. Esta es la explicación del contenido del trabajo de tesis de fin de estudio de nuestra la carrera.

Hasta finales del año pasado, para nuestra graduación, se nos indujo a trabajar en la redacción de planes de gestión, la realización de inventarios o examinar la viabilidad económica de la producción forestal. Estas son propuestas que se ajustaban más a la orientación de la carrera a la forma de producción Forestal Occidental, pero nuestro esfuerzo en cuerpo y alma no podía estar dispuesto a colaborar enara ello.

Nuestro interés en este trabajo de final de carrera sobre el conocimiento forestal, es por su vinculación con nuestra apreciación de la naturaleza. . La investigación sobre el tratamiento de madera por inmersión en agua, nos motivó con mucho entusiasmo en el contexto de dar un mayor valor al uso de la madera holandesa. Rápidamente vimos que no éramos los únicos entusiastas. Asimismo, amigos de estas prácticas y otros autores compartieron este entusiasmo sobre este método de preparación de la madera.

Por ello, esperamos que este informe contribuya a una revalorización de la madera holandesa y que estimule a un uso más sofisticado y respetuoso del medio ambiente.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a los muchos entusiastas de la madera interesados en compartir con nosotros sus conocimientos sobre el tratamiento de madera por inmersión en agua. Además, agradecemos especialmente por su entusiasmo y su interminable “tormenta de ideas” a Ria van Benthem, Tobias Mulders, Johan de Vries y a nuestro supervisor de Peter Fraanje.

Amsterdam, 10 de septiembre de 1999

Mark van Benthem & Mariska Massop

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

INTRODUCCION

El tratamiento de madera por inmersión en agua es un método de preparación de la madera que tiene siglos de antigüedad, se ha utilizado para obtener madera para carpintería durable, de fácil procesado y más estable (con poco movimiento menos torceduras y tensiones). Los chinos sumergían su madera ya en el año 100 antes de Cristo (Richardson, 1978). También en Europa y en los Países Bajos el tratamiento por inmersión de la madera en agua es una antigua y probada tecnología (Boerhave Beekman, 1955). En la literatura antigua, se destacan los efectos beneficiosos de la calidad de la madera tratada por inmersión (Storm van 'sGravesande, 1850) (Sirag, 1924) (van der Kloes, 1925) (Lijdsman, 1948) (Ash & Wiedijk, 1948) (Smits, 1949) (Boerhave Beekman, 1955) (Anonymus, 1964). Hoy en Holanda aunque sea a pequeña escala se continúa tratando la madera por inmersión en agua.

El gobierno holandés se fijó el objetivo de un mayor autoabastecimiento de madera holandesa en lo que se refiere a su aplicación en productos de alta calidad (Alkema, 1993) (Fraanje y Lafiem, 1994) (Fraanje, 1999). Un porcentaje significativo de la madera holandesa es considerada que no es adecuada para aplicaciones tales como madera de construcción o se desecha. El tratamiento de madera por inmersión en agua es un método tradicional de procesamiento de la madera que se olvidó, pero que puede mejorar la calidad de la madera holandesa para promover su uso en productos de alta calidad..

Este informe fue escrito en el marco del final de estudios de carrera de orientación Forestación Occidental, para el "Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein". El comitente fue IVAM Environmental Research, la consultora en investigación ambiental, de la Universidad de Ámsterdam (UvA). El informe está dirigido a los gestores forestales holandeses, comerciantes madereros y (potenciales) clientes consumidores de madera holandesa, como por ejemplo, la construcción. También se dirige a amantes de la utilización de la madera y también a interesados en el cuidado del medio ambiente.

El presente informe se concentra en la siguiente cuestión: ¿es razonable la búsqueda de argumentos, su seguimiento y generar conciencia en el contexto de la sostenibilidad, el fomento del tratamiento de madera por inmersión en agua, para promover un mayor uso de madera holandesa? En la búsqueda de respuestas se consultó especialmente bibliografía del pasado. Además, se mantuvieron entrevistas con personas que realizan esta práctica de inmersión de la madera o que la realizaron en el pasado y que tienen conocimientos del tema. También visitamos espejos de agua. Con los datos recogidos en este informe, se realiza el primer inventario de los conocimientos y la experiencia del tratamiento de madera por inmersión en agua en los Países Bajos. Para una mayor seriedad de la investigación respecto a los efectos del tratamiento de madera por inmersión sería deseable realizar una investigación adicional.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

El primer capítulo de este informe explica el tratamiento de madera por inmersión en agua, por qué se realiza la inmersión, lo que ocurre con la madera y cómo debe ser la inmersión. En el segundo capítulo se explica, en forma general, la durabilidad, la calidad, las características técnicas y físicas de la madera. A continuación, el capítulo tres se centra en los conocimientos y experiencias en el tratamiento por inmersión en agua sobre las diferentes especies de madera. El Capítulo cuatro trata sobre las oportunidades y los obstáculos relativos al tratamiento de madera por inmersión en agua en los Países Bajos. También se trata el efecto sobre la calidad del agua. El capítulo cinco se refiere a la historia y la situación actual del tratamiento de madera por inmersión en agua en los Países Bajos. Las conclusiones y las recomendaciones con respecto al tratamiento de madera por inmersión en agua en los Países Bajos se recogen en el capítulo seis.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

CAPÍTULO 1: TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

"Una de las mejores maneras de deshacerse de los elementos solubles de la madera, es que una corriente de agua rodee primero la superficie y luego gradualmente penetre más en su interior eliminando así las causas del deterioro de la madera" (Storm van 's Gravesande, 1850).

1.1 ¿Qué es la inmersión de la madera en el agua?

En la última edición del diccionario de Van Dale se define inmersión de la madera en el agua como "el dejar cierto tiempo en el agua madera para extraer sustancias no deseadas". Es de destacar que el diccionario Van Dale aun hoy mantiene este significado aunque en la mayoría de los textos técnicos difícilmente se encuentre esta terminología. En la bibliografía antigua rara vez se define el tratamiento de madera por inmersión en agua y se limita a una descripción de los efectos (esperados): *"La madera debe tratarse por inmersión en agua para sofocar, acidificar, para prevenir el ataque de la carcoma y otras degradaciones, como también para un secado más uniforme, que evitará contracciones y grietas, "* (Lijdsman, 1948). Otros informan sobre las diferentes opiniones entre la práctica y la ciencia sobre este tema: *"Aun se valora lo adecuado y la importancia que tiene el tratamiento de la madera por inmersión en agua, donde a menudo se ve de manifiesto el convencimiento de las personas que realizan esta práctica"*, según afirmó Van der Kloes (1925). En (Anonymus, 1964), el tratamiento de madera por inmersión en agua se define como *"el almacenamiento de madera sin aserrar en el agua"*. Se agrega además que el agua no es solamente un vehículo para transportar los troncos, sino que también durante el transporte en el agua, se reduce la pérdida de calidad por degradación y agrietados de la madera que se utilizará para aserrar. Es decir, este almacenamiento temporal en el agua se realiza con el objetivo de mejorar la calidad. Como período habitual de inmersión en las aguas se menciona de 9-18 meses. (Anonymus, 1964). *"El tratamiento de madera por inmersión en agua, es mantener durante un cierto período troncos talados en y/o sumergidos en agua, la madera lixiviará y luego del secado será más estable (mueve menos, menos encogimiento e hinchamiento) y que pueda trabajarse mejor. También se afirma que la madera se vuelve más duradera gracias a este tratamiento; esto último, es puesto en duda por algunos, salvo para la madera de olmo."*(Boerhave Beekman, 1955).

En este informe, se define el tratamiento de madera por inmersión en agua durante un período extenso de tiempo, que generalmente es de nueve meses a tres años, almacenando troncos en el agua recién cortados, sin aserrar, con el objetivo de mejorar la capacidad de procesamiento, aumentar la durabilidad de la madera y que luego del secado obtener una madera estable (que mueva menos).

1.2 ¿Por qué sumergir la madera en agua?

La madera se sumerge para mejorar la durabilidad y para que la madera después del secado sea más estable (mueva menos). Lijdsman (1948) define el "movimiento" de la madera como *"su más difícil (penosa) característica, donde bajo la influencia de la humedad, y luego durante el secado se modifica constantemente las dimensiones (ancho y espesor) de la madera"*. Con la

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

inmersión se evitan rajaduras por tensión y contracción. También, mientras se mantiene el almacenado de la madera en el agua se garantiza la calidad. Después de la inmersión en agua, el descortezado y el aserrado de la madera resultan más fáciles. El secado es más rápido y de manera más uniforme; a su vez, adquiere una mejora la capacidad de absorción. El color se puede mejorar en algunas especies de madera. En el capítulo dos se analizarán en profundidad los efectos del tratamiento por inmersión sobre la calidad de la madera.

1.3 ¿Qué le sucede a la madera en el agua?

El agua está presente de dos maneras en las células de la madera. En la pared celular, como agua ligada, o en las cavidades entre células, como "libre" o agua capilar. El árbol vivo puede almacenar una gran cantidad de agua en sus células, mucho más incluso que la que se encuentra en su entorno. El agua es necesaria en todos los procesos de la vida del árbol. El árbol que se descortezaba comenzará su evaporación y la cede al ambiente. El tronco cede su humedad hasta que se produce un equilibrio con el aire circundante: la madera llega a la humedad de equilibrio. Al principio, la evaporación hace desaparecer el agua de las cavidades celulares al aire circundante. Las células que se encuentran en la albura son las primeras en ceder su agua. Las células más profundas proporcionan agua de reposición y producen el transporte de agua del interior hacia el exterior (Zondervan, 1974). Cuando la madera se sumerge en el agua este proceso se invierte. Las cavidades celulares absorben agua, la superficie exterior del tronco concentra más humedad que su interior (ver también la figura 1). La inmersión proporcionará una "manto de agua" a la parte exterior del tronco (la preferencia es para todo el tronco), este encapsulado no permitirá la presencia de oxígeno. Esto significa que las cavidades celulares quedan parcialmente saturadas con agua (Zondervan, 1974). Si se logra este objetivo, a continuación, la madera quedará protegida. La raíz del tronco debe colocarse contra la corriente de agua. De esta forma, el tallo, con su capacidad de succión que todavía está presente en las fibras de madera, absorberá tanta agua como sea posible, esta agua mezclada con la savia del tronco es transportada y liberada en el otro extremo del tronco (Van der Kloes, 1925). Esta savia y fluidos que están contenidos dentro de las células y que van a ser lixiviados, se componen de ciertos nutrientes (tales como almidón y sustancias de reserva).

Además de la lixiviación, bajo el agua las sustancias de reserva que se encuentran en células vivas demoran en morir y se transforman. Por la inmersión en el agua, la madera libera almidón, esto hace que sea menos susceptible a la degradación (Hof, 1954). El azulado y otros hongos viven únicamente en el contenido de estas células, no afectan la pared celular. Dado que la fuente de alimentación se lixivia y se transforma, la madera es menos afectada después de la inmersión en agua por hongos e insectos. Por lo tanto, se mantendrá la calidad y la durabilidad de la madera durante un largo período de tiempo (Plätzer, 1971 y Anonymus, 1964). La investigación de Zondervan (1974) sobre la porosidad de la madera apoya esta afirmación. *"Una moderada porosidad de la albura reveló que el contenido de las células de los radios medulares¹ (principalmente almidón) había desaparecido. En albura porosa sin embargo, se destruyeron las paredes celulares (de paredes delgadas) de los radios medulares"*. No hubo, sin embargo, ningún

¹ Conducen los jugos de afuera hacia adentro, y por lo tanto hacen un servicio destacado como vías de transporte para los nutrientes.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

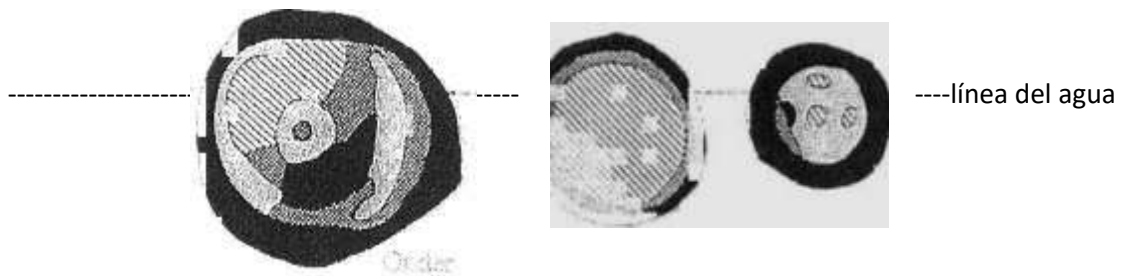
retroceso esencial de las propiedades de resistencia: los conductos² se mantuvieron sin ser afectados.

Stam (1888) informa sobre el tratamiento de madera por inmersión en agua [...], *las fibras y las paredes de los vasos con el tiempo y en condiciones favorables podrán absorber sustancias inorgánicas que estaban disueltas originalmente en el agua, por ejemplo ácido silícico [...]* " Por lo tanto, aumenta la dureza de la madera y desaparece totalmente la porosidad de toda la madera (Stam, 1888). Otros pueden imaginar que por la inmersión en agua se eliminan sustancias protectoras de la madera (por ejemplo, la resina en un período prolongado en el agua de las coníferas) (Bouhuis, 1999). Sin embargo, la madera de alerce luego de cuatro años sumergido todavía goteaba resina en Van Leersum (1999).

Es necesaria una investigación adicional en los procesos y mecanismos que se producen por la inmersión de la madera.

² También se las indica como fibras; sólo presentes en coníferas y que sirven tanto para la solidez del árbol como para el transporte ascendente del agua que contiene las sales disueltas que provienen del suelo

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA



Bajo	Medio	Superior
------	-------	----------

% de humedad en el tronco	Líneas rayadas	30-60%
	Gris claro	60-90%
	Gris oscuro	90-120%
	Oscuro	> a 120%

Figura 2. Porcentaje de humedad de un tronco de abeto luego de medio año inmerso en el agua (AufseB & Pechmann, 1970).

1.4 ¿Cómo se trata la madera por inmersión en agua?

Los árboles se talan preferiblemente durante el invierno debido a que la actividad en el árbol se encuentra en calma y contienen poca cantidad de savia. Además, el riesgo de daños a la madera talada en invierno es menor que en el verano. Después de la tala es importante que el tronco ingrese en el agua tan rápidamente como sea posible. La madera entonces absorberá un máximo de agua. Si, de todas maneras, la tala sucede en verano, la madera debe sumergirse antes de dos semanas en el agua. Si es cortada en el invierno o principios de primavera, el plazo máximo entre la tala y la inmersión en el agua es cuatro semanas (VoB, 1988) (Hofstede, 1999). Idealmente, los árboles que se van a sumergir en el agua son seleccionados y marcados; esto evita pérdidas de tiempo y permite una planificación adecuada del transporte al espejo de agua.

Para reducir los costos de transporte a un mínimo, es importante que el espejo de agua esté ubicado tan cerca como sea posible tanto del lugar de la tala como del sitio de procesamiento. El espejo de agua debe ser accesible para camiones y para carga y descarga de la madera. La orilla debe ser reforzada al menos sobre un lado. En principio, un área de caminería pavimentada de aproximadamente 40 por 15 m es ideal para el transporte por camión (Arnold et al, 1976).

Los troncos talados se sumergen preferentemente en agua corriente (Storm 's Gravesande, 1850) (Van der Kloes, 1925) (From Ashes y Wiedijk, 1948) (Smits, 1949) (Boerhave Beekrnan, 1955) (Bouhuis, 1999) (Van de Voort, 1999) (De Leersum, 1999). Para madera que contenga tanino (ácido tánico) como el roble o el castaño, es importante que el agua esté limpia y no

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

contenga metales pesados. Estos últimos reaccionan con el tanino (ácido tánico), lo que conduce a la decoloración.

Los troncos se colocan preferentemente con la raíz hacia la corriente de agua (Sirag, 1924) (Van der Kloes, 1925) (Lijdsman, 1948), con el extremo inferior (Anonymus, 1966) o como dicen en la práctica "de culata contra la corriente" (Eppink, 1999).

Según Smits (1949), el agua salobre, que abunda en la zona de Zaandam, ofrece los mejores resultados. El experto en madera Boerhave Beekman (1955), sin embargo, desaconseja el agua salobre o con alto contenido de sal. Se ha cuestionado cuando se indica que es mejor el agua salada para la madera porque es como si quedara en salmuera (De ver y Janmaat, 1989). Estacas usadas en aguas para redes de pesca primero en agua salada y luego en agua dulce han sido más duraderas comparándolos con estacas que solamente han estado en agua dulce (Van Leersum, 1999). Según Boerhave Beekman (1955) y el Instituto de Educación Madera HVS (Anonymus, 1966), para la inmersión de la madera, se recomiendan corrientes de agua dulce. La mayor parte de la madera que está siendo sumergida en agua en los Países Bajos se encuentra en agua dulce o salobre y, en la medida de lo posible, en una corriente de agua.

La madera es importante que se mantenga permanentemente en el agua, preferiblemente sumergida (Ash & Wiedijk, 1948). Se cree que es necesario que los troncos estén totalmente sumergidos para lograr un porcentaje de humedad mayor a 100%. El examen de Liese (1973), sin embargo, reveló que los troncos que estén 2/3 o totalmente bajo el agua, contienen niveles de humedad muy por encima del nivel crítico de 100%. En especies que, recién cortadas tienen un peso específico mayor que el agua ($> 1000\text{kg/m}^3$) como el olmo, o que alcancen este peso bajo la inmersión (por ejemplo, roble y haya), se hunden y por lo tanto la superficie del agua se puede utilizar de manera óptima. Sin embargo, es conveniente almacenar los troncos en compartimentos cerrados y registrarlos. De esta manera, se sabrá exactamente qué se tiene y dónde y en qué cantidades. De esta forma se evita que los troncos se pierdan llevados por la corriente. Lo mismo rige cuando se almacenan como flotas o racimos (paquetes).

Van As y Wiedijk (1948) argumentan que cuanto más se exponga la madera en el agua, mejor será para la calidad de la madera. Por otro lado, dejar en forma prolongada la madera en el agua sin moverla no es aconsejable, ya que esto puede resultar en el crecimiento de vegetación que se desarrolla en la madera, sus raíces pueden penetrar en forma capilar en la madera con consecuencias negativas para la calidad (Van As & Wiedijk, 1948) (Lijdsman, 1949). Aunque otros autores consideran que la vegetación no tiene una influencia negativa sobre la calidad de la madera (Oude Hengel, 1999) (Dekker, 1999).

Se pueden unir troncos como "flotas" o como paquetes para sumergir en el agua. La elección depende, entre otras cosas, del agua disponible, de la superficie, la profundidad y, como se mencionó antes, del peso específico. En la Figura 3, se muestran esquemáticamente las diferentes posibilidades para el almacenamiento en agua. En los Países Bajos, se ha trabajado predominantemente con el almacenamiento de troncos de forma individual (véase la Figura 4) y el almacenamiento por medio de balsas (véase la Figura 5). Durante la realización del presente

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

estudio no se encontraron empresas que tuvieran “atados” de madera para el tratamiento de madera por inmersión en agua.

La profundidad requerida del agua varía según el lugar de almacenamiento (véase la Figura 3). Se puede decir que el nivel mínimo de agua de 0,5 m en función de presencia de oxígeno en el agua.

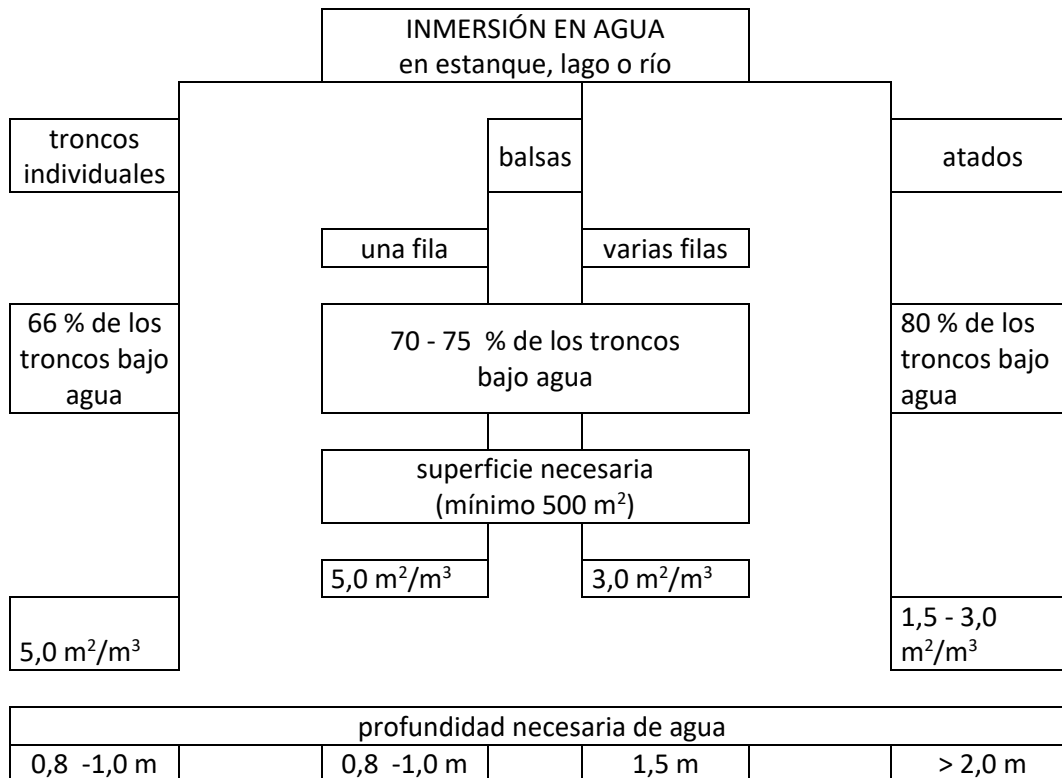


Fig. 3 Requisitos de superficie y profundidad para diferentes sistemas de inmersión de troncos. Este esquema se basa en corrientes de agua (Patzak & Löffler, 1988)

Se dice que "cuanto más tiempo se mantengan los troncos en el agua, mejor se alcanza el objetivo" (Schroot, 1918). El período que la madera debe estar sumergida en el agua es diferente, según la especie de madera. En el capítulo 3, se especifica el tiempo de la inmersión de cada madera en el agua según la especie. El tiempo de duración depende, entre otras cosas, de la estructura de la especie, mayor o menor corriente del agua y el espesor del tronco (Anonymus, 1964). Aunque otros discrepan que el diámetro influye en el período de tiempo "[...] el agua atraviesa de todos modos a través de él, independientemente del diámetro" (Van LeerSTUTI, 1999). Los períodos convencionales en el agua van entre nueve (en su mayoría (maderas blandas, tales como el álamo) y 36 meses (para especies más “duras” como por ejemplo el olmo).

Storm van 's Gravesande (1850) y Van Leersum (1999) argumentan que el mejor momento para retirar la madera sumergida en agua es en el otoño (tiempo relativamente húmedo). La

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

transición es más gradual. Una vez aserrada y secada al aire, es posible continuar con el secado forzado de la madera.

Fig. 4 Almacenamiento en agua en forma individual (douglas; Finca Singraven, Denekamp)



Fig. 5 Almacenamiento en agua en forma de balsa (Stichting Houtzaagmolen De Rat, IJlst)

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

CAPÍTULO 2: CALIDAD DE LA MADERA TRATADA POR INMERSIÓN EN AGUA

"La madera tratada en el agua será más suave y más fácil de procesar. En mi vida no he conocido a ningún fabricante de muebles que desconociera las propiedades de los robles tratados de esta manera "(Boerhave Beekman, 1955).

2.1 Mantenimiento de la calidad

Los restos arqueológicos de palafitos de casas, barcos, pilotes centenarios de madera y robles que se estima que han estado más de 10,000 años bajo el agua, prueban una vida útil ilimitada de ciertas especies de maderas bajo el agua. Esto se debe al hecho de que la madera, adecuadamente almacenada en agua, está protegida contra la mayoría de los hongos, bacterias y daño de insectos. Debido al alto contenido de humedad los taladros (xilófagos) de madera seca no afectan la madera. Los que afectan a la madera húmeda, debido tanto al alto porcentaje de humedad como la baja temperatura, constituye un entorno inadecuado para la mayoría de estos insectos. Esto último también se aplica a los hongos. Hof (1954) afirma que la madera bajo el agua no es afectada por hongos. También Van As y Wiedijk (1948) afirman que el agua es el almacenamiento más adecuado para la mayoría las especies.

El tratamiento de roble y haya durante 5 años en agua, en condiciones beneficiosas a la degradación bacteriana mostraron que no produjeron síntomas de degradación en las células que afectarían las propiedades mecánicas³ de la madera (Coutois & Erasmy, 1976). Voß (1988) también llegó a esta conclusión. Aufseß y Pechmann (1970) han demostrado que el pino albar, el abeto y el abeto plateado durante los dos primeros años sumergidos en agua no sufrieron deterioro de la calidad y no los afectaron los hongos. Los troncos completamente sumergidos en el agua, permanecieron sin ninguna rajadura y luego tampoco se observaron afectaciones de insectos.

³ También llamadas propiedades de resistencia. Indica la capacidad de resistencia a la madera a fuerzas externas. Estas fuerzas producen tensiones y deformaciones a la madera. Las tensiones que pueden surgir son: flexión, tensión, presión y tensiones de corte (Wiselius, 1992).

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

En Tabla 1 se indica el alcance de la durabilidad en el tiempo de las diferentes especies de maderas tratadas por inmersión en el agua (ver también Anexo I).

Tabla 1. Durabilidad de diferentes especies de madera tratadas por inmersión en agua (Mörath,1950)		
Muy Durable	Durable	Razonablemente Durable
(> 500 años)	(50-100 años)	(< 20 años)
olmo, roble, haya, carpe, castaño, robinia, alisio, alerce, pino albar	abeto, abeto plateado	arce, abedul, fresno, tilo, alamo, castaño de indias, sauce

2.2 Descortezado más simple

Tanto los científicos como las personas que están en la practica operativa están de acuerdo en que resulta mucho más fácil descortezar la madera tratada en agua (Voll, 1988) (Arnold et al., 1982)(Jellema, 1999) (Dekker, 1999). También muchos especies de madera sueltan la corteza en el agua después de un tiempo (ver figura 6).



Fig. 6 Troncos de olmo libres de corteza luego de inmersión en agua (Dekker en Zoon BV, Monnikendam)

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

2.3 Mejor aserrado

La inmersión en agua quita las tensiones a la madera (Anonymus, 1966). Esto trae consigo ventajas en el aserrado. Las sierras sufren menos tensiones durante el aserrado y el ajuste de la sierra dura más tiempo. También se menciona por varias fuentes que el corte de la madera es más suave. Jellema (1999) indica que las sierras cuando se cortan vigas de troncos secos estacionados se deben cambiar a los 50 metros, madera que estuvo inmersa en agua se cambian luego de 150 metros. Esto también es debido a que la madera apenas tiene corteza (con arena). Liese (1973) afirma además que el hecho de que la madera que fue sumergida en agua su aserrado resulta más fácil, con mucha mayor velocidad y los cortes son más rectos. Su opinión tiene el apoyo de varias personas en la práctica operativa (Jellema, 1999) y por científicos (Voß, 1988). Sin embargo, también hay gente afirma que casi no hay diferencia en el aserrado con madera seca o mojada (por ejemplo, Eppink, 1999). Otros dicen que es un tema de sensación y no hay estadísticas que lo comprueben (Hofstede, 1999).

2.4 Tiempo de secado más corto

Una ventaja importante constituye que el secado al aire, de la madera que ha sido sumergida en agua, resulta más rápido y uniforme. En general, los científicos y las personas en la práctica operativa están de acuerdo en este aspecto. Es difícil de determinar cuánto más rápido resulta el tiempo de secado ya que esto depende de múltiples factores. En estudios de Jäger (1968) y Voß (1988) surge que la madera se seca entre el 10 y un 50% más rápido que la madera que no ha sido sumergida en agua. Sorprende que en la 'literatura científica' se mencione que el secado resulta más rápido, aunque no se ha encontrado explicación para ello. Se supone que el agua reemplaza el lixiviado de la madera. Probablemente en el secado resulta más fácil extraer el agua que la sabia que se lixivió. Hofstede y Jellema (1999) aceptan que "el hecho de que durante la inmersión en agua las paredes de las células se abren, permitirán que el agua se evapore más fácilmente. "

La madera tratada por inmersión en agua generalmente se seca al aire. Blake (1924) informa que el secado forzado de madera "(... ocasionará daños severos porque la madera sufrirá tensiones". En general, las tablas se secan sobre listones. Según Eppink (1999), "madera de olmo después de la inmersión en agua se coloca verticalmente en un galpón al aire libre. La posición vertical favorece la rapidez del secado. "La duración del secado depende de varios factores, como la estación, el grosor, la madera, el uso futuro, etc. En nuestra investigación, se encontraron varias veces indicaciones que el secado lleva aproximadamente un año. Van Leersum (1999) dice que: "Para todas las especies parece ser suficiente el secado durante al menos una temporada de invierno y un verano. Un año es ciertamente suficiente para madera de una pulgada, pero a menudo resulta suficiente también para madera más gruesa. La madera que se procesa para interiores (requiere un contenido de humedad del 10-12%) deberá secarse artificialmente después del secado natural. "

2.5 Desbobinado

Los troncos depositados en el agua es el método ideal para el desbobinado para contrachapados (Cartwright & Findlay, 1958). Esto rige entre otras para el haya, el roble, el abedul y el álamo.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

Son las especies latifoliadas, especialmente el haya la que se usan para desbobinados en la industria de contrachapado (principalmente en Alemania). La madera que se sumergió en agua es más fácil de suministrarle vapor y resulta más fácil el desbobinado. Sin embargo Jäger (1969) informa que no habría necesidad de cocer la madera al vapor. En su investigación, un comprador informó que la madera, no solamente resultaba excelente, sino que la madera sin cocerla al vapor, se podía desbobinar directamente (para contrachapados), por lo que estaba muy interesado en el suministro anual de 1000m³ de haya húmeda. Staatsbosbeheer (Administración Forestal del Estado) ha planeado recientemente depositar en agua 400 toneladas de madera de álamo para la fábrica italiana donde se procesa la madera para contrachapados. Otros fabricantes italianos, a pesar de las experiencias positivas de otros, aún no están del todo convencidos de este procedimiento (Cartwright & Findlay, 1958) (Van Malsen, 1998) (Fraanje, 1999).

2.6 Prevención de rajaduras por tracción y contracción

La madera tratada por inmersión en agua permanece libre de rajaduras por tracción y contracción (Van der Kloes, 1925) (Anonymus, 1992) (Anonymus, 1966) (Lijdsman, 1948). Esta afirmación es el resultado en una amplia ronda de preguntas de la empresa forestal Salem (Alemania) realizó a sus compradores de madera tratada por inmersión en agua (Jäger, 1969). Resulta normal constatar que algunas especies de madera que no son tratadas en el agua sufren rajaduras por el secado. En la madera tratada en agua no se constatan rajaduras por secado. Si ocurren rajaduras estas apenas llegan a una profundidad de 4 mm. Incluso si la madera luego de su tratado en el agua queda durante mucho tiempo al sol, pueden aparecer rajaduras capilares de 5 mm de profundidad como máximo (Liese, 1973) y (Voß, 1988).

2.7 Mejor capacidad de absorción

La experiencia en la práctica ha demostrado por ejemplo, que el pino albar tratado por inmersión en agua absorbe mejor la pintura que los pinos albares que no han sido tratados en agua, debido a la lixiviación de parte de sus resinas (Hofstede, 1999). Este tratamiento en agua genera una mejor capacidad de adsorción de la madera. La impregneabilidad de la madera depende en gran medida de la porosidad (ver 1.3). Willeitner (1971) afirma que las bacterias durante el tratamiento en agua siempre están presentes. Las bacterias pueden disolver las enzimas (principalmente proteínas) de los tractos de la albura y de esta manera mejorar impregneabilidad de conservantes en la madera. También si por ejemplo la madera queda demasiado tiempo en el agua resulta desventajoso porque demasiadas sustancias se eliminan y la madera se vuelve excesivamente porosa (ver 1.3). La madera se puede pintar, pero absorberá demasiada pintura, lacas o lasures. La madera en esas condiciones dificulta su repintado y la pintura se escama y se desprende (Zondervan, 1974).

2.8 Prevención de la decoloración

Para evitar la decoloración durante el almacenamiento podrá ser una razón más para elegir el tratamiento de la madera por inmersión en agua. Durante el la inmersión en el agua, la probabilidad de decoloración es mucho menor que cuando el almacenamiento es en seco (VoJJ, 1988) (Liese, 1968) (Jäger, 1968) (Arnold et al., 1982) (Hofstede, 1999). Las decoloraciones que

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

aun puedan ocurrir no afectan la resistencia de la madera. Entonces, es solo un problema "estético". Además, la decoloración se produce en la albura hasta una pequeña profundidad (\pm 20 mm, medida desde la albura) y terminará como como madera residual generalmente, en la industria de procesamiento de la madera. Pino albar y abeto, recién descortezados, pueden (según la temperatura) ser afectados rápidamente por hongos de azulado.

Cuando están inmersos 24 meses en agua esta decoloración de azulado no se produce. Lo mismo se aplica a la coloración de rayas rojas, en las mismas especies de madera que no ocurren después de 24 meses de agua (Aufseil & Pechmann, 1970).

Troncos tratados por inmersión en agua con su corteza pueden sufrir una decoloración rojo-amarronado en la albura. En general la decoloración solo será visible bajo la influencia de la luz (Liese & Peek, 1989) y no se ven durante el aserrado. Estas decoloraciones ocurren solo allí donde la corteza todavía aun está fija al tronco e indica una oxidación de sustancias (tanino) de la corteza. Las decoloraciones también pueden ocurrir debido a la muerte de células parenquimatosas⁴. Durante la lixiviación, estas sustancias se transportan a la superficie de la madera y se produce aquí una oxidación de productos rojo-amarronada (Zondervan, 1974). Descortezar los troncos previo a su inmersión en agua previene estos decoloramientos. Otro método para prevenir estas decoloraciones según Höster (1974), es secar la madera que estuvo en el agua hasta un 50 a 60% humedad antes de su aserrado. Si la madera se va a curar con vapor o se va a secar artificialmente debido a la decoloración oscura de estos procesos la primera decoloración que se mencionó no será visible (entre otros Moltesen, 1977 y Anonymous, 1992). La temperatura del agua también influye en la decoloración de la madera (ver tabla 2).

Tabla 2. Influencia de la temperatura del agua sobre la profundidad de la decoloración (en mm.) en el abeto con corteza (Tyden, 1956)

Temperatura del agua (C°)	Cantidad de días de inmersión en agua			
	15	30	45	71
10	0	0	0	0,3
20	0,1	0,2	1,0	2,0
30	0,8	2,0	2,5	3,2

2.9 Coloración en la madera

La coloración de la madera para algunas especies puede constituir una ventaja. En el olmo sucede que la albura toma el color (y la calidad) del duramen a través del tratamiento en el agua y esto permite comercializar la totalidad de la madera del tronco. También con el roble, el cerezo y el nogal el color puede ser más agradable (a menudo más oscuro), esto es, por supuesto, dependiente de preferencia personal. También sucede que hay especies que el color con el

⁴ celdas que sirven para el transporte de fluidos (en dirección horizontal) para el almacenamiento de sustancias de reserva

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

tratamiento prolongado en agua se ve afectado. Esto es especialmente con los casos del abedul, el fresno, el arce y el tilo; en resumen, las especies de madera blanca (Anónimo, 1964). De la práctica también se mencionaron los colores grisáceos de algunos árboles frutales después de la inmersión en agua (Koedijk, 1999) (Van Leersum, 1999). Posiblemente los troncos no estuvieran completamente sumergidos bajo el agua.

2.10 Aroma

Muchas veces se menciona el olor desagradable de la madera tratada por inmersión en agua. Resulta que incluso después de un año y después del secado, todavía se puede oler. Con el transcurrir del tiempo esto disminuye. Sin embargo, si la madera es reprocesada nuevamente, el olor vuelve. Pintar la madera a veces ayudará a reducir ese olor (Van der Horst, 1999) (Hofstede, 1999) (Van Leersum, 1999).

2.11 Madera "más estable"

La madera adecuadamente tratada por inmersión en agua luego del secado sufrirá menos rajaduras y torceduras. La madera llega, por decirlo así a una "estabilidad" (Sirag, 1924) (Van As y Wiedijk, 1948). En la práctica, se indica con frecuencia que la madera tratada por inmersión en agua es más "estable" y "no moverá" más.

2.12 Mejorar la durabilidad

La práctica ha demostrado que la madera tratada por inmersión en agua dura más tiempo que la madera que no es tratada de esta manera. En 3.2 esto se ilustra con ejemplos, entre otros con el pino albar. También Boerhave Beekman (1955) lo menciona indicando que es más durable porque la madera ha sido lixiviada. Si después del tratamiento por inmersión en agua aun la madera es afectada, la gente con conocimientos prácticos afirma que esto se debe a que se tardó demasiado entre el descortezado y la inmersión en el agua. También otras afectaciones como por ejemplo hongos se puede deber a que estos estuvieran antes del proceso de la inmersión en el agua (Voß), 1988).

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA



Fig. 7 troncos flotando de pino albar (Stichting Twickel, Delden)

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

CAPÍTULO 3: EXPERIENCIAS CON TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA POR ESPECIES DE MADERA

"Hay diferentes tipos de madera que prácticamente no son adecuados para su procesamiento, si previamente no son sumergidos para su tratamiento en agua, por ejemplo, madera de olmo y nogal" (Fraanje, 1999).

En el capítulo anterior se describió los efectos que se producen por el tratamiento de madera por inmersión en agua de forma general.

En este capítulo, se describe el efecto que se produce por el tratamiento de madera por inmersión en agua de cada una de las especies más utilizadas en los Países Bajos. A continuación se describirá cada especie de madera por orden alfabético

MANZANO (*Malus*)

La madera de manzano para su procesamiento debe ser sumergida en agua (Fraanje, 1999).

Varias fuentes informan que la madera de manzano debe sumergirse en agua porque es sensible a su deformación (Lijdsman, 1948) (Oude Hengel, 1999). Van Leersum (1999) la sumerge en agua, para aprovechar mejor albura. Según él, la madera no decolora demasiado a lo sumo se oscurece un poco la albura.

Lijdsman (1948) afirma que la madera debe ser sumergida en agua durante al menos un año para prevenir futuras degradaciones. Según Van Leersum (1999), la madera puede mejorar si se sumerge durante dos años. Es mejor que la madera esté sumergida bajo el agua, si esto no sucede y flota en la superficie, entonces esta madera a menudo se vuelve grisacea. (Van Leersum, 1999).

Eppink (1999) cuenta sobre la tala de un monte de árboles frutales (manzanos, perales y cerezos). Esta tala fue trozada en pequeñas piezas y estas se sumergieron en un canal de agua. Luego de unos años fueron cortados en piezas de 4 por 4 y en Utrecht se fabricaron flautas dulces. Esta hermosa y dura madera se puede utilizar también para muebles. También es muy apreciada por torneros de madera. La madera de manzano es limitada en el mercado y se obtiene en tamaños pequeños (Fraanje, 1999).

ABEDUL (*Betula pendula & B. pubescens*)

El abedul se dice que es de las especies nunca deberían sumergirse en agua. *"(...)* Su color se modifica, se vuelve más oscuro y menos bello" (Boerhave Beekman, 1955). Esto es contradicho por Hansbrough (1953). Él investigó la calidad de abedules recién talados y descortezados, los cuales ante la dificultad de realizar la el tratamiento de inmersión en agua, durante un verano donde se los mantuvo bajo un riego. Él llegó a la conclusión de que la calidad no fue diferente y que esta madera resulta excelente para contrachapados. Cartwright & Findlay (1946) indican que los abedules lo mejor es ser procesado inmediatamente o puede almacenarlos bajo el agua. El abedul tiene la gran capacidad de absorber mucha agua y con el tiempo sumerge (Rutten, 1949). Dado que el abedul trabaja y se mueve (Lijdsman, 1948) aunque

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

esto no ocasiona perjuicios de todas formas se recomienda en forma experimental sumergirlo en agua.

HAYA (*Fagus sylvatica*)

La madera de haya que se mantiene en el agua está protegida contra el rajado y daños por degradaciones. La inmersión de haya en agua mejora su calidad (Smits y otros 1949) y su durabilidad (Lijdsman, 1948). La madera de haya cuando se descoteza al término del verano es conveniente introducirlas en el agua lo más rápido posible para protegerla contra rajado y degradaciones (Anonymus, 1992). Esto también lo suscriben empresas danesas que mantienen la madera bajo agua o la riegan (Jäger, 1969). La madera de haya que es sumergida en agua será una madera mucho más dura (Clarke Nuttall, 1924). Si esta madera se mantiene al aire libre puede ser afectada o destruida por el gusano. *“Manteniendo la madera de haya bajo agua se evita las afectaciones por el gusano. La madera mantenida debajo del agua será protegida de esta forma de degradación. Después de lo cual la madera apenas cambia su aspecto y podrá de esta manera durar siglos y no se diferenciará de la madera sin este tratamiento”* (Stam, 1888). La madera de haya tratada por inmersión en agua es menos afectada por hongos que si no es tratada en agua (Mayer-Wegelin y Zycha, 1974); sin embargo, esto es contradicho por Moltesen y Paserin (1974). Según Van Leersum (1999), partes de embarcaciones danesas hechos de madera de haya bajo el agua duran mucho tiempo.

Es importante sumergir la madera de haya en una corriente de agua limpia y al retirarla se debe aserrar inmediatamente. De lo contrario, hay una mayor posibilidad de su decoloración (Anonymus, 1986). Por oxidación, puede que los troncos tratados en agua, se produce una decoloración marrón-roja. Estos se limitan a la albura y no tienen ningún efecto negativo sobre la madera aserrada (Höster, 1974). La decoloración de la madera sumergida en agua recién será visible cuando esté seca. El cambio de color no descarta el uso de madera de haya de alta calidad, por ejemplo, como madera para contrachapados. En el caso de mantener la madera un tiempo demasiado prolongado, pueden ocurrir defectos de color profundos y permanentes. Por eso también es aconsejable dejar que la duración del agua dependa de la función que cumplirá la madera (como producto).

La capacidad de la madera de haya tratada en agua para su impregnado siempre se mantiene (Arnold et al., 1976). Anonymous (1974) menciona que la madera sumergida en agua a partir del cuarto mes, produce un fuerte olor a ácido butírico, lo que indicaría la actividad de las bacterias. Sin embargo, comparando troncos congelados que fueron tratados en indican que las bacterias juegan su papel en la formación de la decoloración.

El tratamiento por sumergida en agua tienen el mismo efecto que su curado con vapor (Van Leersum, 1999). Oude Hengel (1999) afirma que madera de haya curada al vapor (tres días) tiene el mismo resultado, si no mejor, que el haya tratada por inmersión en agua.

La masa de haya recién talada es de aproximadamente 960 kg / m³ (Wiselius, 1992). Tratada por inmersión en agua su masa es alrededor de 1200 kg / m³ (Jäger, 1969). Por ello los troncos de haya sumergidos en agua, a menudo se hunden después de un corto tiempo (Metzendorf, 1971 y Jäger, 1969). Los troncos colocados en una capa en el agua obtienen los mejores resultados (Anonymus, 1986). La investigación de Paserin (1971) indica que la resistencia a la flexión disminuye ligeramente. Moltesen (1977) nota una ligera disminución de la elasticidad y una reducción de la resistencia a la flexión y a la compresión. También se aconseja que la

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

permanencia de los troncos en agua, como se mencionó, dependa de la función que cumplirá la madera como producto.

El tiempo máximo recomendado del tratamiento en agua para madera sólida es 1 año y para y un máximo de 2 años para contrachapados. En en la industria del parquet la duración recomendada es de un máximo de 3 años y un máximo de 4 años para la producción de tableros de partículas (Moltesen, 1977). El apéndice 1 se presentan los resultados de los estudios sobre el tiempo de inmersión en agua de, entre otros, la madera de haya.

Voß (1988) informa que la haya trada en agua se utiliza en la industria del contrachapado. En Alemania estas empresas con producción continua mantienen sus troncos sumergidos en agua. La madera de haya (tratada en agua) se puede utilizar para paneles, zócalos, escaleras, escalones y alféizares (Fraanje, 1999). En el mercado holandés existe una gran demanda piezas para entrepuertas de haya. Si los proveedores de madera de haya (de cosecha holandesa) cooperan entre sí se podrá satisfacer esta demanda (Van OIst, 1999). La producción forestal de haya está en aumento en los montes holandes. La demanda de esta especie tiene un rol cada vez más importante y con el tiempo podrá recuperar su posición en el mercado nuevamente.

ACACIA TRES ESPINAS (Acacia negra) (*Gleditsia triacanthos*)

La albura de la *gleditsia* es muy sensible a gusanos, y a decoloración por hongo gris. Los nutrientes lixivian a través del tratamiento en agua. Por esto la madera corre menos riesgo de daño. Esta es también la única razón para el tratamiento en agua de esta especie. La madera apenas cambia de color después de este tratamiento. *Gleditsia* es duro y duradera. Esta especie es menos adecuada para la producción, debido a las pequeñas cantidad de madera que sale al mercado y sus muchas espinas (Van Leersum, 1999). *Gleditsia* se puede utilizar como marco de madera (Fraanje, 1999).

ABETO DE DOUGLAS (*Pseudotsuga menziesii*)

Douglas se trata en agua para reducir y prevenir el movimiento de la madera y para prevenir que la afecte el gusano. Cuando se usa douglas para mástiles, es muy importante que la madera esté "estable". Luego de la inmersión en agua esta será la situación y el riesgo de rajaduras menor. En Oude Hengel (1999) la madera de douglas se sumerge en agua porque es sensible a los gusanos. Van As y Wiedijk (1948) indican que: [...] las vigas, que se retiran del agua e inmediatamente aserradas en el centro están secas, como para cepillarlas directamente luego del corte, esto no es posible con casi ninguna otra especie. Investigación de Van der Zee (1987) mostró que durante la inmersión bajo agua durante 3 meses la madera fue afectada. Estos no se limitan a la superficie. *“decoloraciones oscuras se eran visibles tanto en la albura como en duramen. Llama la atención trazas oscuras que se visualizan en la madera más añosa. Se deberá estudiar la casua de estas decoloraciones y se estas son reversibles”*

Durante una visita a Singraven, donde el Abeto de Douglas esta en el agua, se constata que la corteza que se encuentra sobre el agua presenta formaciones de hogos de color blanco amarillento. El gerente es consciente de esto y también preferiría que los trocos se giraran sistemáticamente. Desafortunadamente, falta tiempo y dinero para esto, con la consecuencia de que la madera que está sobre el agua va a ser de menor calidad (Bouwhuis, 1999).

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

Abeto de Douglas debe ser sumergido en agua al menos durante 12 meses. Las especies de coníferas generalmente tienen una duración de 12-18 meses en el agua (Van Leersum, 1999).

En Singraven, la madera se procesa en su propio aserradero, para listones, alfajías y revestimientos. Bouwhuis (1999) informa que la madera una vez fuera del agua debe ir directamente al aserradero dentro de 5 días, después de lo cual será aserrada mojada. *"De lo contrario, cuando se va a clavar la madera puede rajarse. Si no se logra el aserrado dentro de los 5 días, entonces cada orificio del clavo debe perforarse previamente."*

Como se mencionó, el abeto de Douglas se utiliza para mástiles en la construcción naval. Además, también se puede usar para marcos de ventanas. El duramen del abeto de Douglas puede utilizarse al aire libre sin tratamiento (Wiselius, 1992). El tratamiento por inmersión en agua mejora la calidad del abeto de Douglas de rápido crecimiento y hace que esta especie adecuada para numerosas aplicaciones.

ROBLE (*Quercus petraea* y *Q. robur*)

En el pasado la madera de roble a menudo era sumergida en agua (Lijdsman, 1948). Se previenen los ataques de hongos y gusano durante el almacenamiento (Hofstede, 1999) y la madera de roble es más estable y se seca más uniformemente después su inmersión en agua (Anonymus, 1964).

Boerhave Beekman (1955) afirma: *"Siempre debemos tener cuidado cuando usamos metal con roble o con otras maderas que contienen muchos taninos, la madera se oscurece en color y generalmente se corroe"* (se ve afectada). Eppink (1999) afirma que después de la inmersión en agua, efectivamente el ácido tánico decolora un azulado. Esto es contradicho por Van Leersum (1999) y también Jellema (1999) indica que cada roble no se vuelve azul. Según él, el color se vuelve más cálido y más oscuro, también la madera es mejor porque la 'agresividad' (ácidos agresivos) de la madera se está lixiviando. Anónimo (1949), informa que un aserradero, troncos de roble para contrachapados estuvieron 10 años en el agua y no se observó ninguna merma en la calidad. Según Stam (1888), la madera de roble en el agua se vuelve oscura y se convierte también como la madera de aliso más dura al principio, pero es menos dura al final. La albura nunca se vuelve (incluso después de la permanencia en agua) igual al duramen. En el roble ocurre más decoloración que en el Pino albar (*Pinus sylvestris*) (Hofstede, 1999).

Para mejorar la durabilidad del roble no es necesario utilizar el método de sumersión en agua (Hofstede, 1999). El roble a veces se sumerje en el agua para su almacenamiento, en realidad esto no era necesario ya que la madera no sufre el ataque de gusanos de todos modos (Gortemaker, 1999). Van Leersum (1999) afirma que se debe tener cuidado con los taninos del roble, cuando este fue sumergido en agua los ácidos tánicos lixivian a expensas de la durabilidad. Jellema (1999), dicen que por los ácidos agresivos (ácido tánico) que están en el roble la hoja de la sierra rápidamente al aserrar se pone negra y se oxida rápidamente.

La masa del roble en estado fresco está entre 900 y 1200 kg / m³ (Wiselius, 1992). El roble se hundirá en el agua (posiblemente después de un tiempo). Uno también puede aserrar el roble, atarlo y colocarlo en el agua. Preferiblemente con listones entre los troncos, para favorecer la

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

corriente. Esto lo hará aún de mejor calidad (Van Leersum, 1999). Los troncos de robles (con corteza) en el agua, para mantener la calidad, no debe estar más del 20 al 25% del tronco encima de la superficie. Los troncos libres de corteza, cuando sobresalgan 20 a 25% a la superficie se pueden producir grietas y algo de decoloración gris (Boerhave Beekman, 1955). Ha sucedido varias veces que las vigas de roble después de haber sido sacadas del agua en la superficie exterior ya se producen grietas al secado, aun cuando su interior está mojado mojado, lo que se nota recién en el momento del aserrado (Van As y Wiedijk, 1948).

El período de permanencia en el agua para el tratamiento de la madera de roble es aproximadamente igual al de la madera de olmo, mínimo 2, pero mejor es de 3 a 4 años. También alguna vez una partida de troncos se mantuvo durante un año en agua, y produjo madera de primera. Una gran cantidad de roble ruso, que estuvo durante 50 años en el agua, tenía un color casi negro por el impacto del hierro en la madera Jellema (1999). Voß (1988) afirma que el roble se puede almacenar bajo el agua por más de diez años sin reducir la calidad. De acuerdo con Van Leersum (1999) mantener el roble durante seis meses en agua es suficiente si hay una buena corriente en el agua. El gran cuello de botella del tratamiento en aguas del roble es su costo, en forma de costo financiero. Según Van Leersum (1999), un bello tronco cuesta entre fl 500 y 600-; por lo tanto, es una lástima dejarlo que por algunos años en el agua sin producir beneficios. Por lo tanto el roble, raramente es tratado por inmersión en agua. También es un problema que en los Países Bajos casi no se puede encontrar agua limpia (esto es por la reacción con el ácido tánico con la posible presencia de hierro en el agua) (Van de Voort, 1999).

La madera de roble ha sido tradicionalmente la madera de construcción universal (Fraanje, 1999). Jellema (1999) menciona sobre el uso de roble para pisos, según Van Leersum (1999) el roble solía ser muy utilizado en la construcción naval. El roble tratado por inmersión en agua se usa para muebles de madera (Gortemaker, 1999).

ALISO (*Alnus incana* & *A. glutinosa*)

El aliso permanece bajo el agua durante siglos y se vuelve más duro en el agua. Ámsterdam está construido sobre pilotes de aliso. Stam (1888) afirma que *"(...) la madera de aliso al principio es mas dura aunque con el tiempo pierde dureza."* Bues (1987) afirma que especies latifoliadas blandas, con la excepción del aliso, no son adecuadas para sumergirlas por largos periodos de tiempo en el agua. Según Rutten (1949), el aliso es difícil de mantener sin que sea rápidamente afectado; *"Si dejas troncos de aliso sumergidos en el agua, entonces no tienes problemas La madera solo mejorará"*. Así dice el constructor naval. Nicolaes Witsen en 1671: *"Aliso y el Tilos son muy herjes, pero tienen un fragil tejido claro: pero cuando el aliso tiene mucho tiempo bajo tierra o agua entonces obtendra fuerza y rigidez."* Claudianus dice: *"Aliso y Haya serán tan duros como el mármol"* (Boerhave Beekman, 1949). El Aliso en el pasado, debido a su durabilidad y con mucha humedad era una especie muy requerida la minería. Debido a esta característica, incluso se ha aplicado con éxito para canalizar agua (Boerhave Beekman, 1951). También su uso es conocido para pilotaje de fundaciones. Fraanje (1999) afirma que *"(...) la madera de aliso luego de su tratamiento por inmersión en agua y su secado es muy bueno para las estructuras de los galpones cerchas y cubiertas"*

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

FRESNO (*Fraxinus excelsior*)

La mayoría de las fuentes informan que no debe tratar por inmersión en agua, porque su color se vuelve más oscuro (menos atractivo) y que además pierde su dureza (elasticidad), lo cual es una de sus principales propiedades (Boerhave Beekman, 1955) (Anónimo, 1964). Por el contrario, Van As & Wiedijk (1948) afirman sobre la pérdida de dureza que: "(...) esto probablemente no es correcto". Sirag (1924) y Lijdsman (1948) también informan que los fresnos pueden ser tratados por inmersión en agua y eso solo da como resultado un cambio de color. Hakkenberg (1999) informó que no se pierde el color de la madera de fresno después de dos semanas de agua, que la madera es más fácil de trabajar y se mueve menos. Los fresnos pueden ser utilizados en la construcción como vigas de techo, puertas interiores, escaleras y pisos (Fraanje, 1999).

ARCE (*Acer*)

Según Boerhave Beekman (1955), el arce no se debe sumergir nunca en agua. Su color sufre por eso; se vuelve más oscuro, menos bello. Sirag (1924) y Anónimo (1964) lo comparten. Van Leersum (1999) es de la opinión de que el arce azucarero (*A. saccharinum*) es razonable su tratamiento por inmersión en agua, porque esta especie es tan sensible a los gusanos. Después de 3 a 4 años de inmersión en agua el arce común (*A. pseudoplatanus*), mueve menos y también parecía ser más resistente a afectaciones. El color resultó, en una mancha pequeña y poco profunda gris que en el extremo de la raíz es apenas grisacea "Por el contrario, aun es bastante blanco y parece ser más rígido" (Van Leersum, 1999). Cuando el arce se sumerge en el agua, debe estar (casi) completamente bajo el agua.

ABETO (*Picea abies*) & Abeto plateado (*Abies alba*)

Como regla general, pino blanco (del abeto) y pino (del abeto plateado) hoy en día solo se sumerge en agua como método de almacenamiento (a largo plazo). Especialmente para el abeto es extremadamente adecuado (Karstedt y Loetz, 1970). De esta manera se evitan grietas y afectaciones por insectos durante el almacenamiento. En Alemania, estas especies se han almacenado masivamente después de las tormentas de los años 70 y 80. Al igual con el pino plateado para mantener la calidad, evitar las zonas de reproducción de insectos y quitar presión al mercado de la madera. Leclercq (z.j.) también informa que los troncos de abeto plateado [...] yacen en el agua por algunos años, para aumentar su durabilidad antes de ser utilizados para pilotaje.

Luego de 2 o 3 años en el agua, no se produce una depreciación sustancial. Afectaciones por hongos e insectos, que han ocurrido en la madera antes de ser sumergidos en agua, no se han extendido durante este período. Después de estar sumergido en agua puede haber una decoloración marrón en la madera, causada por la lixiviación de la corteza. En la superficie exterior de la 'zona del tronco' puede haber una pérdida del 15% de las propiedades de resistencia. Sin embargo el aserrado de estas piezas entran dentro del rango de calidad inferior (a menudo incluso de desecho) (Anónimo, 1982). Después de cinco años en el agua, las propiedades de resistencia no disminuyen más (que este 15%), quedando buena calidad de madera (Adolf, Gerstetter y Liese, 1974). La madera es más fácil de descortezar después su estancia en el agua (Anonymus, 1982). En la investigación mencionada de Anonymus (1986), de pino albar, sumergido durante 17 años también se estudiaron troncos de abeto. Se obtuvieron los mismos resultados para el abeto como para el pino albar, el resultado para el abeto fue muy bueno.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

Wilhelmsen (1968) encuentra una decoloración del abeto sumergido en agua en la albura luego del aserrado, que se limita de 3 a 5 mm en su exterior. Boerhave Beekman (1955) afirman que se cree que durante el largo trayecto que deben cursar por el agua, los pinos y abetos en Suecia y Finlandia, favorecen la ductilidad y la trabajabilidad de la madera. En el pasado, los pinos de la Selva Negra eran transportados flotando sobre el Rin a los Países Bajos. Fueron ampliamente utilizados como pilotes para cimentaciones en la construcción. (Fraanje, 1999).

Cuando los troncos de abeto su parte superior se encuentra más de la mitad sobre el agua se pueden producir rajaduras de algunos centímetros de longitud (Anonymus, 1992). Según Richardson (1978), mejora la impregnabilidad de la albura del abeto después de unas semanas sumergido en agua. Anonymus (1982) también menciona una Mejora de la impregnabilidad de la madera. La madera se debe secar antes de ser impregnada.

En general, se puede decir que las especies pináceas deben ser sumergidas en agua durante 18 meses (Van Leersum, 1999). El apéndice I contiene los resultados de los estudios y experiencias de personas de la práctica, sobre la duración de del tratamiento de la madera por inmersión en agua. Para pinos y abetos es aplicables. En la investigación no surgieron aplicaciones específicas para maderas de pinos y abetos. Una excepción a esto es un informe de Leclercq (z.j.) que indica que los pilotes de abeto tratados por inmersión en agua son más duraderos que los que no son tratados de esta forma.

El pino y el abeto se pueden mantener muy bien bajo el agua. El almacenamiento en agua es entonces una buena opción cuando, por ejemplo, se surgen grandes cantidades de troncos debido a calamidades climáticas. En los Países Bajos difícilmente podrá suceder, debido a la superficie pequeña (y cada vez más pequeña) que cubren los montes de estas especies. Bien es posible, por ejemplo, para una empresa de procesamiento de madera, en el caso de un precio favorable adquirir gran cantidad de troncos de esta especie y almacenarlos en agua. La reducción de calidad es un mito infundado.

PINO ALBAR (*Pinus sylvestris*)

El pino albar tratado por inmersión en agua es más durable, mueve menos, se seca más rápido, es más fácil trabajar con él y tiene una mejor impregnabilidad. También durante la inmersión en el agua la posibilidad de ser afectadas por hongos azules es despreciable.

Después de una tormenta de 1972, algunos troncos quedaron depositados en agua por más de 10 años. No se produjo ningún deterioro de la calidad (Voß, 1988). Suolahti (1948) estudió la resistencia a afectaciones del pino albar, después de 6 meses en el agua. El resultado es que los troncos inmersos en agua se vieron menos afectados que las especies similares que no estuvieron en el agua [...]. Él sugiere que la madera produce y absorbe por microorganismos, un tipo de antibiótico.

En una investigación de Anonymus (1986) sobre troncos de pino albar que (por casualidad se descubrieron) habían estado durante 17 años flotando en agua, se llega a los siguientes resultados: la madera era igual de flexible y podía soportar tanta presión como pino albar "verde". Los troncos en su mayoría aun conservaban parcialmente su corteza. Donde no había corteza los troncos tenían aspecto negro en unos 3 mm de profundidad desde el exterior. La parte bajo la corteza tenía un color naranja. Había un fuerte olor a ácido butírico, según él por el efecto del trabajo de bacterias. No se encontraron en los troncos trazas de hongos o de

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

insectos. Troncos que estuvieron en contacto con suelos fangosos tenían una decoloración gris clara en esos lugares, penetrando hasta un par de anillos de crecimiento en la albura. Por el resto no cambia la apariencia de los troncos “verdes” de los sumergidos en agua. El secado de la madera es considerablemente más rápido y es mejor para trabajar las piezas de madera.



FIG. 9 La imagen de pino albar en el agua

Boerhave Beekman (1955) afirman que se cree que durante el largo trayecto que deben cursar por el agua, los pinos y abetos (pino blanco) en Suecia y Finlandia, se favorece la ductilidad y la trabajabilidad de la madera. El pino tratado en agua absorbe mucho mejor la pintura, esto es porque parte de la resina se ha lixiviado (Anonymus, 1986) (Hofstede, 1999). Van Leersum (1999) entiende cree que la madera no se vuelve más porosa después de su inmersión en el agua. Gortemaker (1999) dijo que una vez sacó un pino albar enterrado tal vez cientos de años en el barro con limo. Esta madera resultó ser muy muy dura.

El pino tratado por inmersión en agua utilizado en revestimientos de fachada dura fácilmente hasta 80 años, en tanto que si no tiene este tratamiento, el pino después de 10 años comienza a deteriorarse (Gortemaker, 1999). De Leeuw (1999) comenta que en su casa tiene aberturas de pino. Estas fueron colocadas en 1936 y todavía se encuentran en buenas condiciones. La albura tiene mas durabilidad luego del tratamiento por inmersión en agua, aunque inferior al duramen (Hofstede, 1999). Pino albar tiene durabilidad gracias a su riqueza en resina, por ello rara vez lo

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

afectan los insectos (Sirag, 1924). Por lo tanto, es importante que el tratamiento por inmersión en agua no se prolongue demasiado para que la resina permanezca en el tronco.

Las opiniones difieren sobre el período cuando el pino albar deba permanecer en el agua. En general, parece que por lo menos deben estar en agua unos 12 - 18 meses (ver anexo I).

En Twickel el pino tratado por inmersión en agua se utiliza en tensores, aberturas y trabajos de restauración (Hofstede, 1999). Van der Horst (1999) menciona su uso en mástiles de barco y madera noble. Eppink (1999) dice que en el pasado el pino de Suiza tratado por inmersión en agua cuando se usaban como vigas en cubiertas. Como se mencionó también se usa para revestimientos de fachada (Gortemaker, 1999). "*Aberturas de madera Meranti se han reemplazado por pino tratado por inmersión en agua*" (Hofstede, 1999).

El pino albar en la forestación holandesa es la especie de madera más común. Es de por sí una especie de madera bastante durable, que después del tratamiento por inmersión en agua adquiere una calidad mayor. Hay demanda de pinos tratados por inmersión en agua (Hofstede, 1999). En pequeña escala el pino albar holandés (tratado por inmersión en agua o no) se utiliza en la construcción (Fraanje, 1999). Hay cada vez más pino holandés disponible en diámetros grandes (Seubring, 1997). Después de tratado por inmersión en agua se pueden fabricar excelentes aberturas exteriores (Fraanje, 1999). Podría sustituir especies de maderas tropicales y maderas tratadas (químicamente) para por ejemplo, marcos de ventanas.

ACEBO (*Ilex aquifolium*)

Según Maes (1991), el tratamiento por inmersión en agua a la madera de acebo le proporciona una buena calidad. Van Leersum tiene experiencia con tratamiento por inmersión en agua de la madera de acebo. Esperaba que la madera pesada de acebo con tratamiento por inmersión en agua sería más estable, pero este no fue el resultado (Van Leersum, 1999). En el pasado, la gente aparentemente logró que el acebo fuera una madera estable, las aplicaciones de acebo en ebanistería en muebles lo testifican (Fraanje, 1999). El acebo blanco y maciso se usa como sustituto del marfil (Van Leersum, 1999), o teñido de negro como un sustituto de ébano (Fraanje, 1999).

OLMO (*Ulmus*)

La madera de olmo para usos de calidad siempre debe ser tratada por inmersión en agua (Lijdsman, 1948). "*Teóricamente no hay diferencia entre la albura y el duramen en la madera de olmo*" (Jellema, 1999). Después de ser tratada por inmersión en agua, se logra un mayor rendimiento en la madera, la durabilidad aumenta y la madera trabaja menos. La higroscopicidad⁵ del olmo se reduciría cuando es tratada por inmersión en agua por primera vez (Boerhave Beekman, 1955).

El olmo es la especie de madera tratada por inmersión en agua más conocida en los Países Bajos. Todos los que trabajan con madera saben que el olmo se debe tratar por inmersión en agua antes de su uso. La madera tratada por inmersión en agua es de buena calidad, duradera, fácil de procesar, tiene un bonito dibujo y sin duda también para aplicaciones de alta calidad. Desafortunadamente, los valiosos olmos desaparecen con demasiada frecuencia en la chimenea o en la trituradora (Fraanje, 1999). Hay en Los Países Bajos suficientes oportunidades

⁵ la medida en que la madera absorbe la humedad del aire

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

potenciales para la venta de madera de olmo tratada por inmersión en agua. Los fabricantes de muebles también respaldan esto, es una madera apreciada y valiosa. El uso de madera de olmo tratada por inmersión en agua debe ser promovida.

CERESO (*Prunus*)

La madera de cerezo es menos susceptible de afectaciones después de tratada por inmersión en agua; también es más estable. Además, su color puede mejorar al tratarse en agua. Según Van Leersum (1999), la madera de cerezo a menudo se deforma. Con el tratamiento en agua es mucho menos, también la madera raja menos y se seca más rápido. Especialmente con la madera de cerezo americana (*p.serotina*) hay una gran diferencia de color entre la albura y el duramen. Con el tratamiento de la madera por inmersión en agua la albura decolora un poco más oscura, la albura de esta especie es apta para su utilización. Eppink (1999) afirma que la madera de cerezo tratada por inmersión en agua tiene un olor desagradable. "*La práctica nos ha enseñado que antes de aserrar lo troncos la madera de cerezo se debe tratar por inmersión en agua al menos un año*" (Van As y Wiedijk, 1948). Lijdsman (1948) está de acuerdo, pero Van Leersum (1999) dice que es mejor dos años.

ALERCE (*Larix*)

Después del tratamiento por inmersión en agua, la madera de alerce raja menos y también su tendencia a deformarse es menor (e.o Hakkenberg y Jellema, 1999). Según Oude Hengel (1999) el alerce es tratado por inmersión en agua porque es susceptible a los gusanos de madera y de esta forma queda protegida la madera contra estos daños. En el aserradero De Rat en 1996, se aserró un lote de alerce. La mayor parte de los troncos fueron aserrados para marcos de madera para dos clientes diferentes. Por falta de tiempo una parte de la madera no fue tratada por inmersión en agua y fue directamente aserrada. Después de aserrar esta madera se secó, después de lo cual mostró muchas grietas, alabeos⁶. Después de unos ocho meses la madera que fue tratada por inmersión en agua se aserró, esta partida era significativamente mejor en calidad. Luego del aserrado se mantuvo recta y sin tendencia al alabeo (Jellema, 1999).

Van Leersum (1999) estableció que el alerce era firme y estable después del tratamiento por inmersión en agua. Solo la albura de la madera se decoloró un poco gris, probablemente en ese lugar donde crecieron musgos y hierbas. Luego del tratamiento por inmersión en agua resulta más fácil el clavado en la madera (Bouwhuis, 1999)... En los Países Bajos variedades rectas son tratadas por inmersión en agua que más tarde se utilizan como mástiles en la industria de la construcción naval (ver figura 14). Después del tratamiento por inmersión en agua el alerce es utilizado como mástil con solo una mano de laca (Hakkenburg & Dekker, 1999). En Singraven el alerce también se usa en trabajos de restauración (en molinos o en edificios) y también como alfajias para tejas y como revestimiento (Bouwhuis, 1999). El alerce puede ser para muchos propósitos debido a su durabilidad y buena procesabilidad. Se recomienda el uso de alerce con tratamiento por inmersión en agua porque la calidad de la madera luego del tratamiento es aún mejor. El alerce tratado en agua puede sustituir maderas tropicales y maderas preservadas (Fraanje, 1999).

⁶ La madera alabeada es cuando las tablas presenta una torcedura torneada

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

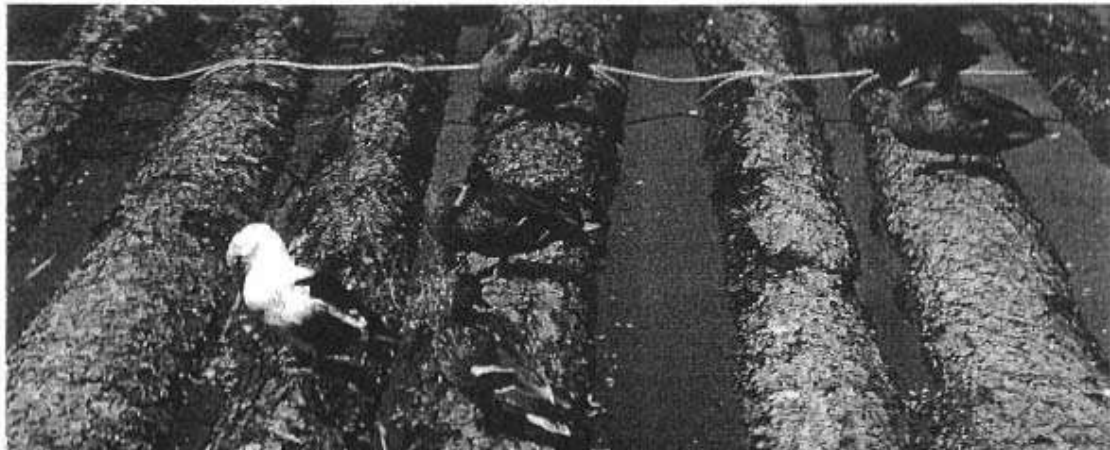


Figura 10. "La selva tropical holandesa" (Stichting Houtzaagmolen De Rat, IJlst)

TILO (*Tilia*)

La albura del árbol de tilo es susceptible de ataque, al igual que la del nogal y el olmo por insectos, a menos que se trate por inmersión en agua o con tratamiento térmico (Boerhave Beekman, 1955). De acuerdo a Anónimo (1964) los troncos de tilo no deben dejarse demasiado tiempo en el agua. Después del tratamiento en agua según Van Leersum (1999) se produce un decoloramiento ligeramente negro. Esta es la razón por lo cual el tilo no es tratado en agua. Jellema (1999) tiene la misma experiencia. La madera de tilo tratada por inmersión en agua es utilizada cuando la belleza exterior de la madera resulta menos importante. Fraanje (1999) menciona que la madera de tilo con tratamiento por inmersión en agua es considerablemente más durable que madera de tilo sin este tratamiento por inmersión. Los restauradores afirman que la diferencia entre el tilo con tratamiento por inmersión en agua y el tilo no tratado por inmersión en la restauración de las imágenes de la iglesia se pueden ver fácilmente. En el tilo no tratado solo la capa exterior todavía se mantiene y el resto está consumido, mientras que la madera de tilo tratada por inmersión se encuentra todavía intacta (Van Leersum, 1999). Científicamente es escaso lo que se conoce del tratamiento por inmersión en agua de la madera de tilo. La madera de tilo es similar al aliso, fresno y arce; por lo que esta especie debe investigarse aun más.

NOGAL (*Juglans*)

La madera de nogal para un uso de alta calidad siempre se hace con tratamiento por inmersión en agua (Lijdsman, 1948) (Anónimo, 1966). Después del tratamiento en agua, el riesgo de afectaciones de la madera es menor y el aprovechamiento del tronco es mayor (Van de Voort, 1999).

Boerhave Beekman (1955) informa que poco antes de la guerra una partida de troncos de nogal se colocaron bajo agua, muchos de los troncos se hundieron. Así quedando todo ese tiempo, [...]. Al final de la guerra los troncos fueron izados. *"Raramente he aserrado troncos de nogal nacional más hermosos y vendido con tanto éxito"*. El color de la albura se vuelve más oscura después de la inmersión, por lo que se parece más en al duramen. Según Anónimo (1964), el nogal se trata por inmersión en agua *"[...] porque ciertos nutrientes (entre otros almidón) se transforman o se lixivian, esto hace a la madera menos apetecible para los insectos."* Según Pfeiffer (1942), el

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

costo financiero se compensa porque luego del tratamiento en agua se puede utilizar la albura. También él menciona que previene que la madera se contraiga. Van Leersum (1999) afirmó que el nogal sin el tratamiento en agua es muy estable, apenas mueve y casi no rja el duramen. En la práctica, lo que más se menciona que esta especie debe tratarse en agua para evitar afectaciones de la madera (p. Oude Hengel y Van Leersum, 1999).

Según Sirag (1924), el nogal debe tratarse por inmersión en agua, [...] a menudo se establece que la duración en dos años. Van Leersum (1999) está de acuerdo con esto, pero en la práctica la madera permanece más tiempo en el agua (lo que se aplica a muchas especies de madera).

Según Boerhave Beekman (1955), el nogal es una especie de madera que durante su inmersión en agua una parte sigue flotando y otra parte se hunde. El peso específico del nogal fresco es de 800 - 900 kg / m³ para *J regia* y 650 kg / m³ para *J nigra* (Wiselius, 1992). Es factible que en cualquier caso la *J regia*, el nogal europeo, con el tiempo se hunde.

Después de la madera olmo, el nogal es la segunda especie que generalmente son conocida sus prestaciones luego de su tratamiento por inmersión en agua. También hoy, la mayoría del nogal es tratada en agua para su uso de mayor calidad. Como el nogal es un de tipo de madera exclusivo y luego de su inmersión en agua tiene un mayor aprovechamiento su madera, resulta que el costo financiero tenga menos importancia. El aumento extra de la madera le devuelve este costo. Como la mayoría de los arboles frutales, el nogal se encuentra en forma reducida en el mercado de la madera. Porque nogal tratado por inmersión en agua es más durable, trabaja poco, pero principalmente por su hermosa apariencia, es usado en talla de muebles. También se usa nogal como enchapados. El nogal holandés tratado por inmersión en agua se utilizo en la recepción de la Escuela Agrícola en Leeuwarden (Fraanje, 1999).

PERAL (*Pyris communis*)

La madera de peral debes ser descortezada y tratada por inmersión en agua durante al menos un año, de lo contrario pronto es dañada por el gusano (Lijdsman, 1948). Sirag (1924) afirma que la madera de peral debe ser tratada por inmersión en agua, [...] a menudo se establece la duración en dos años.

Durante su tratado por inmersión en agua es mejor que la madera permanezca bajo el agua, si esto no sucede la madera sobre la superficie a menudo se vuelve gris (Van Leersum, 1999) (Koedijk 1999). Esta madera hermosa de peral es amada por los fabricantes de muebles, torneros de madera y para la fabricación de instrumentos musicales. Esta aceptación es porque es una hermosa madera, principalmente debido a que apenas se mueve. Esta madera sería mas estable aun luego de ser tratada por inmersión en agua (Koedijk, 1999) y también es menos propenasa al ataques de gusanos. Cuando haya esta especie madera de peral disponible, antes de su uso es recomendable que sea tratada por inmersión en agua y asegurarse de que esté bien sumergida debajo del agua.

ALAMO (*Populus*)

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

La madera de álamo debe ser tratada por inmersión en agua. Para reducir el riesgo de daños durante el almacenamiento a un mínimo y/ o para mantener el álamo 'fresco', por ejemplo para enchapado. En el pasado, los álamos se trataban por inmersión en agua regaron para mejorar la durabilidad (Fraanje, 1999).

Eslyn y Launddrie (1975) investigaron los efectos del almacenamiento debajo del agua de álamos (*Populus tremuloides*) para chips.⁷ Llegaron a la conclusión de que apenas hubo diferencias de calidad con chips sin tratamiento. Cartwright & Findlay (1946), afirma que los álamos (y los abedules) lo mejores es procesalos de inmediato o mantenerlos almacenado bajo el agua. En la ciudad de Zoelen, provincia de Gelderland, al realizar un inventario la Fundación de Investigación de Granjas Históricas se constató la utilización de madera de álamo como yugos⁸ dentro de la construcción de una granja de 1870. Esta madera pintada estaba en excelentes condiciones (Fraanje 1999). Un viejo contratista también hace mención de la construcción de una granja que fue parcialmente construida madera de álamo tratada por inmersión en agua. Él piensa que hay más granjas en la zona del Betuwe donde se utilizó madera de álamo tratada por inmersión en agua en la construcción. También según él se construyeron establos para caballos con madera de álamo tratada por inmersión en agua "*los caballos con herraduras pateaban los tablonos pero no se rompían*"(Fraanje, 1999).

Los álamos no deben sumergirse en agua demasiado tiempo (Anonymus, 1964). De acuerdo con Van Malsen la madera de álamo debe ser sumergida en agua durante al menos un año (Fraanje, 1999). Como se mencionó anteriormente, el álamo (entre otros) se usó como madera de construcción. Hoy en día, sin embargo, la mayoría es utilizada en productos de bajo valor, con solo un uso. Esto es lamentable, porque los álamos también es buena madera de construcción (Fraanje 1999). Recientemente la madera de álamo holandesa con etiquetado FSC, donde se procesa para contrachapados en Italia, y vuelve al mercado holandés (Van Olst, 1999).

ROBINIA (Acacia blanca o falsa) (*Robinia pseudoacacia*)

La opinión predominante con respecto a esta especie es que pueden ser tratada por inmersión en agua, pero porque esta es un tipo de madera muy duradera (y costosa), esto no se realiza. Bien se puede considerar que para ciertas aplicaciones es deseable tratar la madera por inmersión en agua para que sea más estable. Luego de ser tratada en agua la madera de robinia parece que trabaja mucho menos.

CASTAÑO (*Castanea sativa*)

Según Houtzagers (1954), la madera de castaño puede mover durante mucho tiempo; después de ser tratada por inmersión en agua esto sucede mucho menos. Anonymus (1966) también afirma que el castaño es una especie que puede ser tratada por inmersión en agua. En la práctica, esta especie no es tratada en agua. Esto se conjuga con el alto contenido de ácido tánico en la madera (Van Leersum, 1999).

SAUCE (*Salix*)

El sauce no debe ser tratado por inmersión en agua durante demasiado tiempo (Anónimo, 1964).

⁷ (en este caso álamos) madera para pulpa, tableros de partículas, tableros de fibra u otras eventuales aplicaciones

⁸ ensamblaje de dos o más tirantes para soportar las vigas

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

CAPÍTULO 4: OPORTUNIDADES Y OBSTÁCULOS

Este capítulo trata sobre los cuellos de botella y las posibilidades más importantes que hay sobre el tratamiento de madera en agua. Los principales cuellos de botella del tratamiento de madera en agua es el costo financiero debido al tiempo de reposo en agua (el período relativamente largo entre los costos y los beneficios), el desconocimiento, la falta disponibilidad de espejos de agua, debido al temor a la lixiviación de los troncos de la carga de nutrientes en el agua superficial o molestias con los turistas. Como oportunidades para el tratamiento por inmersión en agua de madera a gran escala se pueden mencionar los efectos beneficiosos sobre la procesabilidad y la durabilidad de la madera, la madera más estable y la prohibición de la impregnación con sales de Wolman, la decreto de Staatbosbeheer (Dirección Forestal) para suspender las talas en verano y la certificación FSC de grandes sectores del bosque holandés.

4.1 Costo de la inmersión de madera en agua

El costo financiero es la razón principal por lo que muchas personas no realizan el tratamiento de la madera por inmersión en agua porque esta queda sin rédito por un largo tiempo. Qué tan relevante es esta pérdida de interés depende de la compra y el uso de la madera.

Si la madera cosechada es para uso propio, el costo financiero que se suma a la compra de la madera desaparecerá en gran medida. El costo del tiempo del tratamiento de la madera por inmersión en agua se recupera con la obtención de un producto de mayor durabilidad y mejor calidad con respecto a madera que tiene otro tipo de tratamiento y otro costo de compra. El costo financiero debe ser absorbido con la mejora y en la madera tratada por inmersión en agua. Este costo financiero debe ser comparado con el costo de madera tratada o madera producto de industrialización de la madera ya que la madera tratada por inmersión en agua es un producto durable u de calidad.

El costo financiero del tratamiento del olmo y el nogal se compensa con un mayor aprovechamiento de la madera. El costo financiero en el tratamiento de otros árboles frutales no se toma en cuenta porque estas especies sin este tratamiento no se pueden utilizar como madera de calidad (Fraanje, 1999). Lo mismo se aplica a la madera que se obtiene de forma gratuita, lo que a menudo ocurre (Fraanje, 1999)

Según Bues (1987), el rendimiento financiero del tratamiento de madera por inmersión en agua depende de la situación, esto incluye la accesibilidad y la capacidad de los espejos de agua, el tiempo de la duración y la calidad de la madera a tratar por inmersión en agua. Hay diferentes enfoques para determinar el costo del tratamiento por inmersión en agua. Estos costos varían desde fl. 8,50 / m³ de 2 a 4 años (Riedel, 1984) a fl. 30, - / m³ de madera en aguas de un año (Patzak & Löffler, 1988)⁹.

Los principales factores de costo del tratamiento por inmersión en agua de la madera son:

Inversiones:

- Eventual compra del espejo de agua;

⁹ Queda pendiente analizar el costo por m³/año de pino y eucaliptus nacional

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

- Eventual cercado;
- Costos de seguridad;
- Costos equipamiento

Actividades puntuales:

- clasificación, transporte y descarga;
- asegurar y atar los troncos;
- eventual regado adicional;
- recoger del agua;
- limpiando a los troncos; y
- cargando y transporte de los troncos

Costos corrientes:

- costo financiero;
- eventual arriendo del espejo o corriente de agua;
- controles del proceso (costos salariales); y
- limpiar el canal y el espejo de agua.

(Patzak & Löffler, 1988 e.o.)

A estos costos adicionales también hay que contrastar los beneficios técnicos que se obtienen con el tratamiento por inmersión en agua. Este tratamiento elimina los costos de los productos (químicos) preservantes para el tratamiento contra hongos, bacterias e insectos. Los costos de descortezado también se reducen principalmente con la madera latifoliada tratada en agua y en especies de coníferas, porque su corteza luego del tratamiento en agua es más fácil de retirar. No se incurre en costos energéticos en el tratamiento por inmersión en agua. Además la madera tratada por inmersión en agua es más fácil de aserrar y se seca más rápido, lo que también afecta a los costos.

4.2 Desconocimiento

"Lo desconocido lo hace impopular" (Hofstede, 1999) esto rige también para el tratamiento de la madera por inmersión en agua.

Según Van Leersum (1999), uno debe estar convencido de la importancia del tratamiento de la madera por inmersión en agua. Para el olmo y el nogal esto es conocido, pero no para otras especies de madera. Este punto es citado por muchos en la práctica. El consumidor aun tiene muy poca confianza en la calidad de la madera holandesa, y tampoco querrá pagar más por la madera tratada en agua.

Es muy importante que los organismos del estado como por ejemplo la Dirección Forestal promuevan la utilización de la madera tratada por inmersión en agua con ejemplos de uso de madera nacional tratado por este método. También es importante que las empresas que tratan la madera por inmersión en agua y la utilizan divulguen y publiciten sus productos. En Twickel se da este caso. *"Si usted mismo demuestra que tiene confianza en el producto, también lo tendrá el cliente"* (Hofstede, 1999). También es opinión de muchas personas que creen que la demanda de madera aumentará debido a la creciente prosperidad. Al haber

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

más disponibilidad de gastar dinero, puede hacer que haya una inclinación de hacer algo más por pagar por una mejor calidad de la madera.

4.3 Disponibilidad de espejos y corrientes de agua

La posibilidad de tener un lugar propio (estanque, lago, parte de una corriente de agua) para el tratado de la madera en agua es la situación ideal. Por lo general, sin embargo, los lugares con buena capacidad del agua están bajo la administración de terceros. En el pasado no había problemas en la ubicación por parte de los aserraderos de los trocos en el agua de canales o lagos. Muchos aserraderos hacen el tratamiento de la madera en agua aun en el mismo lugar como lo hacían antes. En la actualidad sin embargo, los requisitos son más estrictos sobre el uso del agua. Además, han surgido cuestionamientos sobre la consecuencia del tratamiento de la madera por inmersión en agua en el flujo de canales.

En la práctica se demuestra que generalmente se permite el tratamiento de la madera por inmersión en agua, siempre que se realice en una parte tranquila de la circulación fluvial y el espacio ocupado no sea demasiado grande y no obstaculice a los recreacionistas (acuáticos). La Dirección de Aguas puede rechazar el permiso. La razón puede ser por obstrucciones que puedan producir cortezas flotantes de los troncos y/o contaminación a través de lixiviación de sustancias. En este caso, se puede considerar un permiso para el tratamiento por inmersión en agua de madera descortezada. De esta manera se pueden solucionar los problemas que se mencionan más arriba, y se mantienen los beneficios para la madera con este tratamiento. Un beneficio adicional del descortezado es evitar el amarronado de la albura (ver 2.8).

Se han llevado a cabo más investigaciones sobre la posible contaminación de las aguas. Varios investigadores, incluidos Borgä (1994) y Riedel (1984) afirman que el tratamiento por inmersión de madera en agua puede tener efectos adversos sobre la calidad del agua. Ellos afirman que hay para la descomposición las sustancias lixiviadas y la corteza (que se suelta) se necesita mucho oxígeno. Tanto que puede ser perjudicial para la fauna y flora presente. En qué medida este tratamiento realmente causa daño a la calidad del agua depende principalmente del flujo de la corriente de agua y la cantidad de madera que se trata en una cierta superficie de agua. La figura 3 muestra una superficie mínima de 500 m² de agua corriente. Investigaciones por entre otros Jäger (1969) y Patzak & Löffler (1988), han demostrado que el tratamiento de madera por inmersión en agua no constituye un peligro para las poblaciones de peces. La opinión prevaleciente entre la gente de la práctica también es que casi no hay ninguna contaminación. La cantidad de sustancias que se descomponen alrededor de los troncos se diluyen por donde fluye la corriente de agua. Sin embargo, se ha encontrado que el agua está estacionaria, o también en lugares con escaso flujo de agua, a menudo esta se vuelve de marrón oscuro a negro. Esta descoloración proviene principalmente de sustancias de células y corteza lixiviadas (incluido el ácido tánico oxidado). Esta agua generalmente tiene un olor intenso, que es causada por la degradación bacteriana y por los procesos de oxidación química (Anónimo, 1992).

El turista es generalmente positivo acerca de visualizar las flotas de troncos que se tratan por inmersión en agua, repitiendo diferentes términos como *“nostalgia”* y *“aporte al medio ambiente”*.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

4.4 Regulación del suministro de madera al mercado

Los grandes compradores (potenciales) de madera, como el sector de la construcción, parten de la base de poder elegir entre un stock constante de suministro de madera durante todo el año. La madera a menudo se encarga en una etapa tardía y debe entregarse a corto plazo.

A menudo, estos plazos de suministro son demasiado cortos para la silvicultura holandesa, como también para aserraderos y el secado de la madera holandesa. A veces ni siquiera puede cosechar debido a períodos muy húmedos o por las restricciones de la Dirección Forestal debido a los efectos negativos de la tala forestal en la temporada de cría de avícola (Bunskoek, 1999). En estos casos, el tratamiento de madera por inmersión en agua ofrece una buena posibilidad de regular el suministro de madera. La madera en el agua de hecho es un depósito para el sector forestal.

La elección de almacenamiento de madera en el agua se suma a que con este método también se puede utilizar en situaciones de emergencia. Por ejemplo, durante una catástrofe (tormenta o enfermedad), de grandes cantidades de madera que quedan disponibles en un periodo corto sin posibilidad de su procesamiento. Después de las tormentas de 1972 la Dirección Forestal guardaba madera en el depósito donde se rociaba día y noche. El almacenamiento en agua, por ejemplo en canales no navegados, no era considerado factible en ese momento. Es conocido que un lote de madera se almacenó en el espejo de agua de una arenera (Buis & Verkaik, 1999).

4.5 Aplicaciones de madera de alta calidad

Gracias a la mejor procesabilidad y durabilidad y la "estabilidad" de la madera tratada por inmersión en agua es que cada vez más la madera holandesa es elegida y utilizada para aplicaciones de alta calidad. Por ejemplo, hay una mayor disponibilidad de madera de pino holandés (Fraanje, 1999). La madera de pino se puede usar bien para marcos de madera exterior, pero el cuello de botella es que el pino holandés a menudo mueve, "trabaja" (Fraanje y Anink, 1992). El tratamiento de la madera por inmersión en agua evita esta última propiedad, para que la madera pueda ser elegible para aplicaciones de alta calidad.

La prohibición de la preservación de la madera (holandesa) con sales Wolman (Van Velden, 1999) también ofrece una buena oportunidad para examinar bajo la lupa otras alternativas de preservación. En ese contexto, es particularmente importante determinar en qué medida mejora la calidad de la madera tratada por inmersión en agua y en qué medida aumenta la durabilidad de la madera con respecto a la madera no tratada por inmersión en agua.

Gran parte del bosque holandés están certificadas con FSC, lo que significa que el cliente de la madera puede estar seguro de que la madera proviene de un bosque con manejo sustentable. Actualmente existe una cantidad relativamente grande de madera holandesa en el mercado holandés disponible con la marca de calidad FSC; también lo es toda la madera que ofrece la Dirección Forestal está provista con una marca de calidad FSC. Hay un gran interés para madera con la marca FSC para la construcción en Holanda, creando

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

oportunidades para un mayor uso de madera tratada por inmersión en agua en la construcción.

4.6 Respeto al medio ambiente

El tratamiento de la madera por inmersión en agua es un método ecológico para potenciar su durabilidad, sostenible y de bajo impacto ambiental, especialmente cuando se compara este método con el preservando de la madera con sales de wolman. En definitiva, la madera impregnada con sales, lixiviara sustancias nocivas como cobre, cromo y compuestos de arsénico, el aserrín de la sierra debe ser tratado como desechos químicos y después de su primera utilización la madera no puede ser reutilizada, debe procesarse un incinerado controlado. Los restos y aserrines de la madera tratada por inmersión en agua son inofensivos, luego de su disposición puede ser utilizada para comenzar otro uso. Con protección constructiva por diseño y la aplicación de una capa de pintura, prolongará sumamente su vida útil.



FIG. 11 Puerto de flota de troncos en Zaandam, ilustración de F. Mars (de: Cien años madera de Dekker, 1955)

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

CAPÍTULO 5: TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA EN LOS PAISES BAJOS

"Una gran parte de los Países Bajos está cubierta de vías fluviales, por los muchos canales y lagos, que naturalmente son adecuados para almacenar madera en el agua " (Van As & Wiedijk, 1948).

5.1 Historia

"Almacenar la madera bajo el agua, (...) es una practica centenaria, especialmente en el 'norte' de los Países Bajos, donde hay una gran presencia de agua" (Boerhave Beekrnan, 1955). En tiempos pasados, el tratamiento por inmersión de la madera era parte del ciclo de producción. La madera era transportada sobre el agua y con frecuencia se quedaba ahí almacenada en espera un tiempo, antes del aserrado. En fotografías antiguas (ver figura 13) muestra cómo la madera se almacena en el agua frente al aserradero. Con la fuerza del viento los molinos izaban los grandes troncos de madera y la aserraban sin la corteza.

El oeste de Holanda ha sido tradicionalmente la centralidad donde se trataba la madera por inmersión en agua, en la zona había suficiente agua. Los molinos-aserraderos se ubicaban contra la línea del agua. Cada molino-aserradero tenía excavado su puerto para la flota de troncos (ver figura 11), que también era usada para para el tratamiento por inmersión de la madera. En el verano en el depósito de agua se dejaba preparada, la llamada 'capa de invierno', para que los molinos-aserraderos pudieran continuar trabajando cuando el suministro de la madera se detuviera por el congelamiento de las vías fluviales. La capa de invierno consiste en troncos apilados por capas transversales en el fondo del espejo de agua frente al molino. Los molinos-aserraderos de madera manejan las pautas neurálgicas del tratamiento de la madera por inmersión en agua. Esto es de destacar en el papel principal que jugó la región del Zaanstreek. En 1630 había en el oeste de Holanda y la zona oeste de Frisia 86 aserraderos. De estos 86, 53 estaban en la región del Zaanstreek. Cien años más tarde, en 1731, se contaron 448 aserraderos. Esta vez, 252 de estos 448 molinos de viento-aserraderos en la región de Zaan. Mientras que en el resto de Holanda y Frisia occidental el número de aserraderos de madera se mantuvo casi constante, el número de molinos aserraderos baja drásticamente en la región del Zaanstreek de 252 en 1731 a cerca de 110 en 1790. Esta disminución fue principalmente debido al cierre de viejos mercados. En particular, la prohibición inglesa de las importaciones de madera holandesa golpeó fuertemente a la región Zaanstreek. La construcción naval también desapareció de la región del Zaanstreek. Alrededor de 1900, 56 molinos aserradero operaban en la región. La Primera Guerra Mundial, sin embargo, dio un golpe que los aserraderos de la región del Zaan nunca llegaron a superar (Woudt et al., 1993). Luego de la Segunda Guerra Mundial los países productores de madera pusieron restricciones a la exportación de madera no aserrada. En los años setenta, con la incertidumbre el futuro del suministro de madera no aserrada y la demanda decreciente para el producto cualitativamente bueno pero costoso de la región del Zaan, cae definitivamente la cortina sobre los aserraderos (Woudt y otros, 1993). Sin embargo, el comercio de madera siempre se mantuvo como una actividad económica importante en la región. Hoy esto solo se debe a una compañía: la empresa Brynzeel.

Fuera de la región del Zaanstreek también había aserraderos de madera. En la segunda mitad del siglo XVIII hay una actividad relativamente grande en la construcción en Frisia y

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

Groninga, pero alrededor de 1880 el aserrado de la madera con la fuerza del viento resulta más costoso que con la potencia energética de vapor (Van Prooije, 1996). Sin embargo, la madera de los nuevos aserraderos todavía sigue aun almacenada en el agua.

El tratamiento de la madera por inmersión en agua también se practicó en las zonas más altas de los Países Bajos. En ausencia de lagos y vías fluviales, la madera se trataba en canales y estanques constuidos especialmente para este propósito. También se trataba la madera en pequeños puertos, arroyos y ríos. El proceso del tratamiento de la madera por inmersión en agua fue un trabajo muy duro. Los troncos se introducían a mano o con ayuda de caballos en el agua para que luego retirarlos del agua misma con el mismo procedimiento. La madera ya no se giraba en el agua, porque era un trabajo que costaba tiempo (Gortemaker, 1999).

Los Países Bajos siempre importaron anualmente gran parte de la madera para el consumo. La madera fue suministrada por tren (desde el centro de Europa), por barco (desde las antiguas colonias, de Escandinavia y la región del Báltico) y como balsas de troncos de madera (del Área del Rin). Parte de la madera del norte de Alemania y especialmente la madera de la zona del Rin transportada principalmente como balsas sobre los principales ríos (ver figura 12). Especialmente esta forma de transporte resulta interesante desde el punto de vista del tratamiento de la madera.



FIG. 12 Balsas de troncos en el Voorzaan región Zaandam, alrededor de 1910 (Woudt, 1993)

La madera se transportaba en gran parte de los principales ríos. Para ilustrar se profundiza en el próximo párrafo sobre las flotas de balsas de troncos que se transportaban por el río Rin. El área de los cuales la madera fue transportada sobre el Rin, se extiende desde el sur de Münster en Westfalia, al este del área que ahora se encuentra frente a la República Checa. Al sur hasta el sudeste de los bosques de la Selva Negra y en algunos casos hasta el norte de Suiza y por el oeste hasta los Vosgos en Alsacia Lorena y la región de Saar/Moselle. Por lo tanto, se puede afirmar que durante el período de transporte la madera ya estuvo un buen tiempo sumergida en agua. La duración exacta del tiempo de viaje es difícil de establecer. De conoció el tiempo que duro el transporte de un par de grandes flotas de balsas de troncos en el siglo XVIII. La zona de salida era cerca del estuario del Mosela (que es un punto de recogida para balsas más pequeñas), hasta el final en la ciudad de Dordrecht llevaba de 21 a 24 días en camino. Dordrecht fue el mayor centro de tránsito de madera de los Países Bajos de la corriente del río Rin. Esto significa que tenían un promedio de 15 km por día de viaje. En los días en que todo iba bien, se podían navegar hasta 75 km. Sin

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

embargo, el promedio era menor por un nivel demasiado alto o bajo del agua, o por incidencias climáticas como niebla, lluvias y fuertes vientos, que hacían imposible la navegación (Van Prooije, 1996).

Las vías fluviales dentro de Holanda tenían un tráfico intenso, por ejemplo desde Dordrecht (que apenas tenía industria) a Rotterdam o por Gouda a Amsterdam y la región del Zaan. Las flotas de balsas de troncos continuaron en el siglo XX (Van Prooije, 1996).



Fig, 13 Molino-aserradero De Rat in 1908 (IJlst, Friesland)

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

5.2 Situación actual

Todavía en pequeña escala se hace el tratamiento de la madera por inmersión en agua y a veces hay algunos nuevos emprendimientos. Especialmente en el oeste y al norte de los Países Bajos, el olmo y el nogal son tratados por inmersión en agua. También son tratados por inmersión en agua maderas de Alerce y de Douglas como mástiles para construcción naval. En otras partes de los Países Bajos, son tratadas en agua en mayor escala especies de coníferas (alerce, douglas y pino albar). En algunos casos, se está en la búsqueda de especies sustitutas de maderas tropicales. Por ejemplo, en las fincas de campo de Twickel y Singraven, donde la política está dirigida a usar madera de sus propios bosques.

Los trabajos de renovación y reparación se realizan con madera propia tratada por inmersión en agua. También por varias instancias del gobierno se están haciendo esfuerzos para reducir o incluso prohibir el uso de madera tropical o químicamente preservada. Con esta tendencia se espera revalorizar la madera de producción nacional y que sea más interesante la utilización de madera tratada por inmersión en agua. Después de todo, la madera producida en Holanda tendrá un valor agregado adicional.

El inventario realizado en los Países Bajos, resulta que había aproximadamente un total de 2500 m³ de troncos tratados por inmersión en agua, para distintos fines de producción. El olmo es la mayoría: un amplio 85%. El pino albar toma el 6%; alerce 4%; abeto de douglas 1.5%; y el roble y los árboles frutales (nogal, manzano, peral y cerezo) juntos toman 3%. De estos 2500 m³ no se contabilizaron muchos olmos de los municipios que se talaron por una enfermedad del olmo. Algunos de estos olmos enfermos se trataron por inmersión en agua (generalmente un año), para prevenir la propagación de la enfermedad del olmo. También hay miles de m³ por año de olmos holandeses que se exportan a Noruega y Finlandia para tratar por inmersión en agua para luego ser utilizados.

Durante la investigación, parecía que varias compañías querrían tratar (más) madera por inmersión en agua, pero que por la falta de un espejo de agua y un suministro insuficiente de madera, no fue posible. Una mejor coordinación del suministro de madera y la demanda de madera es ciertamente deseable. En muchos casos, la capacidad técnica de las empresas que hacen el tratamiento de madera por inmersión en agua es mayor de lo que realmente necesitan. Mejor coordinación entre empresas que quieren y las empresas que pueden hacer el tratamiento por inmersión en agua también es deseable.

El Apéndice 2 contiene las direcciones de las empresas que hacen el tratamiento de la madera por inmersión en agua.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De esta revisión de la literatura y de las dieciséis entrevistas con personas que tienen experiencia en el tratamiento de madera en agua, surge que el tratamiento de la madera en agua es un método efectivo para lograr que la madera tenga más durabilidad y mejor trabajabilidad. Además, la madera tratada en agua es de mayor calidad porque es más estable y se mueve menos que la madera no tratada.

El tratamiento de la madera por inmersión en agua puede hacer una importante contribución a la utilización de la madera holandesa superior calidad. Especialmente la haya, el álamo, el pino silvestre, la douglas y el alerce tienen un alto potencial de producción en los Países Bajos y podrían luego de este tratamiento ser utilizadas en la industria del mueble, en la construcción y la construcción naval. Con la excepción del olmo, las otras especies no tienen suficiente demanda en los Países Bajos, para ser tratados por inmersión en agua y su comercialización a gran escala.

En todos los tipos de madera, mejora la durabilidad y la calidad después del tratamiento por inmersión en agua en mayor e menor medida. Durante el tratamiento la madera está protegida contra el riesgo daños biológicos. La madera tratada en agua trabaja menos, por lo que hay menos tensiones, fisuras, grietas y rajaduras por contracción. La madera así tratada es más fácil de descortezarladrar (si es necesario); mejor en el aserrado; se seca más rápido y más uniforme. La madera tratada en agua por lo general tiene un olor desagradable durante el procesamiento.

A diferencia del pasado, donde casi toda la madera era tratada por inmersión en agua, actualmente solamente un número limitado de especies de madera, recibe este tratamiento de inmersión en pequeña escala en los Países Bajos.

Tanto del olmo como el nogal, se obtiene un mayor rendimiento de un tronco después del tratamiento por inmersión en agua, porque la diferencia entre duramen y albura resulta mínimo luego de este tratamiento. Además el olmo también trata por inmersión en agua para lograr mayor vida útil. El manzano y el peral deben ser tratados para su utilización como madera de alta calidad.

Abedul, haya, roble y álamo se mantienen mejor durante inmersos en agua y facilita la trabajabilidad para su desbobinado para madera laminada

Con roble, robinia y castaño dulce, el mayor beneficio del tratamiento de madera en agua es el menor movimiento y trabajo de la madera. El costo financiero juega un rol importante en estas especies de madera costosa. Para evitar la decoloración (por el ácido tánico), la inmersión del roble y castaño dulce hacerse en agua limpia.

El tratamiento por inmersión en agua de las maderas blancas (abedul, fresno, arce, tilo y sauce) no deben ser demasiado prolongadas. Lo mismo se aplica a las especies de coníferas de madera blanda, cuya consecuencia puede ser demasiada lixiviación de la resina.

Pino blanco, Abeto y otros pinos absorben mejor la pintura después del tratamiento por inmersión en agua.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

Los principales cuellos de botella en el tratamiento de madera por inmersión en agua es el costo financiero, el desconocimiento de la técnica y la disponibilidad limitada del recurso agua.

Aparte de los beneficios técnicos en la madera que surgen en el tratamiento de madera por inmersión en agua, también se puede visualizar un mayor tratamiento de la madera por esta metodología con la prohibición del tratamiento por de la madera por sales-wolman, la resolución de Staatsbosbeheer (Gestión Forestal del Estado) de la prohibición de la tala de los montes en verano y la certificación FSC de grades sectores de los bosques holandeses. El tratamiento de madera por inmersión en agua es también un método ecológico de preparación de la madera.

Con el tratamiento de madera por inmersión en agua, se puede regular el suministro de madera holandesa durante todo el año lo que permite responder mejor a las necesidades del mercado.

Una investigación adicional sobre los procesos y mecanismos en la madera durante el tratamiento por inmersión en agua será necesaria. También se puede recomendar investigar sobre la mayor durabilidad que se puede lograr en la madera con el tratamiento por inmersión en agua mediante comparaciones de tiempo prolongado de madera ubicadas en el exterior, tratada y no tratada por este método.

En vista de las experiencias favorables con el tratamiento por inmersión en agua de la madera, se recomiendan pruebas prácticas. Algunos lotes de madera especialmente seleccionados podrían ser tratados por inmersión en agua por instancias como Staatsbosbeheer (Gestión Forestal del Estado), Provinciale Landschappen (Fundaciones de las Provincias para preservación de paisajes mediante la adquisición) y procesadores de madera que todavía disponen y utilizan espejos de agua para la inmersión de los troncos de madera.

Se recomienda verificar a corto plazo mapear la cantidad y calidad de la madera de olmo disponible en Holanda a raíz de la enfermedad en esta especie.

El olmo tratado por inmersión en agua se puede utilizar para fabricar muebles de alta calidad y en la construcción, por ejemplo para puertas y escaleras.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

FUENTES:

- Adler, E., *Catecholtannins in the surface layer, Sulfite pulping properties of spruce wood from unpeeled floated logs*, Svensk Papp, 54 (1951), p. 445-450.
- Adolf, P., Gerstetter, E. en Liese, W., 'Holzqualität und Wasserlagerung', *HolzZentralblatt*, nr. 129 (1974), Stuttgart.
- Alkema, K.: "*Onderzoek naar de houtvoorziening in Nederland*"; SBH i.o.v. Min. Van EZ; Den Haag, 1993.
- Anonymus, 'Werterhaltende Na!31agerung von Holz aus immisionsgeschädigten Waldbeständen', *Milleilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft*, 24 (1986), Hamburg.
- Anonymus, in: *Holz als Roh- und Werkstoff*, 44 (1986), p. 7- IS.
- Anonymus, 'Wasserlagerung von Eichenstammholz', *Holz-Zentralblatt* 75 (1949), Stuttgart.
- Anonymus, *Holz als Roh- und Werkstoff*, 32 (1974), p. 270-277, by Springer- Verlag.
- Anonymus, Houtvoorlichtingsinstituut, informatieblad no. 5, Amsterdam
- Anonymus, Houtvoorlichtingsinstituut, "*Het wateren van rondhout*", informatieblad no.6, Amsterdam, 1966.
- Anonymus, *Hout en Houtwelf*, Stam H. Internationaal N.V., Haarlem 1964.
- Arnold, K.D., e.a., Beregnung und Wasserlagerung von Nadelstammholz aus der Sturmkatastrophe vom 13. November 1972, Erfahrungen und erste Ergebnisse, Mitteilungen aus der Niedersächsischen Landesforstverwaltung Heft 25, Hannover 1976.
- Arnold, K.D. e.a., 'NaBkonservierung von Kalamitätsholz', In: *Zentrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft*, Bonn, 1982.
- As, L. W. van & Wiedijk, K., *Het hout, soorten, herkomst, handel, opslag, verwerking*, Kluwer, Deventer, 1948.
- AufseB, H. von & Pechmmlil H. von, 'Erfahrungen über die Auswirkungen längerer Wasserlagerung auf die Qualität von Nadelstammholz', *Fortstwissenschaftliches Centralblatt*, 1970.
- AufseB, H. von e.a., 'Einige Erfahrungen mit der Berieselung von Nadelrundholz', in: *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 93 (1974), Hamburg.
- Bauch, J., 'Verf<irbungen von Rund- lmd Scmittholz und Möglichkeiten für vorbeugende SchutzmaBnahmen " *Holz-Zentralblatt*, 112 (1986), Stuttgartm1.
- Bergman, Ö., '*Deterioration and protection of pulpwood chips in outdoor storage* " Uppsala 1985.
- Blake, E.G., *The seasoning and preservation of timber*, Chapman & Hall LTD, London, 1924.
- Boerhave Beekman, W., *Hout van oerwoud tot interieur*, Kluwer, Deventer, 1939.
- Boerhave Beekman, W. (red.), *Hout in alle tijden - bossen, bomen en toegepast hout in het verleden*, deel I & 2, Kluwer, Deventer, 1949.
- Boerhave Beekman, W. (red.), *Hout in alle tijden - bossen, bomen en hout van thans*, deel 3, Kluwer, Deventer, 1951.
- Boerhave Beekman, W. (red.), *Hout in alle tijden - bossen, bomen en hout van thans*, deels 5 & 6, Kluwel', Deventer, 1955.
- Borga, P., '*Chemical and microbial interactions in environmental degradation processes* " Uppsala, 1994.
- Boutelje, J., Rörmquist, L., *Storage of Roundwood within the Swedish Sawmill Industry*

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

- according to a Questionnaire, Svenska Träforskningsinstitutet medellande serie A 639, Stockholm, 1980.*
- Bouhuis, mondelinge mededeling, Landgoed Singraven, Denekamp, 10-7-1999.
- Bues, CT., 'Untersuchung einiger Eigenschaften von Tannen- und Fichtenholz nach 17jähriger Wasserlagerung', *Holz als Roh- und Werkstoff*, 44 (1986).
- Bues, CT, 'Erfahrungen mit der Stammholzlagerung im Wasser', *Holz-Zentralblatt*, nr. 40 (1987), Stuttgart.
- Buis, J. & Verkaik, 1.P., *Staatsbosbeheer 100jaar werken aan groen Nederland*, uitgeverij Matrijs, Utrecht, 1999.
- Bunskoek, B., Reactie Staatsbosbeheer, in: *Nederlands Bosbouw tijdschrift 2* (1999), Grafisch bedrijf Pnsen & Looijen b.v., Wageningen.
- Cartwright, K.ST.G. & Findlay, W.P.K., *Decay of Timber and its Prevention*, the majesty's stationery office, London, 1958.
- Clarke Nuttall, G., *Onze bomen, groei en bloei*, Thieme, Zutphen 1924.
- Courtois, H. & Erasmy, 1. J., 'Bakterieangriff auf die Zellwände von Eichen- und Buchenholz während einer Wasserlagerung', *Holz als Roh- und Werkstoff*, 34 (1976).
- Coelman, B. T. e a., 'De Russische federatie, een sluimerende woudreus', *Bos en Houtberichten*, 11 (1995), SBH, Wageningen.
- Dekker, mondelinge mededeling, Dekker & Zoon BV Houthandel & Zagerij, Monnickendam, 24-6-1999.
- Dobber, W, 'Van Cornelis Corneliszoon tot zagende paltrok in Uitgeest', in: *Vierhonderdjaar Houtzagen met wind*, Sprang-Capelle, 1996.
- Eppink, voormalig medewerker houtzagerij 't Ancker', mondelinge mededeling, Ulft, 7-7-1999.
- Eslyn, W.E., & Laundrie, 1.F., 'Effect of anaerobic storage upon quality of aspen pulpwood chips', *Tappi*, 58 (1975), p. 109-110.
- Fraanje, P., *Natuurlijk bouwen met hout, 33 Boomsoorten die zich thuis voelen in Nederland*, Jan van Arkel, Utrecht, 1999.
- Fraanje, P.J. en Anink, D.A.F.: "*Vernieuwbare grondstoffen voor de bouw*", WIE, Gouda, 1992.
- Fraanje, P.J. & Lafleur, M.e.C.: "*Verantwoord gebruik van hout in Nederland*", IVAM, Environmental Research; Amsterdam, 1994.
- Fraanje, P.1.: "Poplar wood for purlins; an evaluation of options and environmental aspects", in: *Holz als Roh- und Werkstoff* 56 (1998) 163-169.
- Geerts, G. & Heestermans, H., *Van Dale. Groot woordenboek der Nederlandse taal*, Utrecht, 1992.
- Gortemaker, 1., mondelinge mededeling, oudste inwoner Landgoed Singraven, Denekamp, 10-7-1999.
- Gravesande, e.M. Storm van 's, *Handleiding tot de kennis der burgerlijke en militaire bouwkunst voor de kadetten der Genie*, 2e druk, Breda, 1850.
- Groot, F. de & Wilschut, 1., 'Vissen naar hout', *Bouwwereld*, 13 (1996), p. 49.
- Hakkenberg, G., mondelinge mededeling, VENTIS, Enkhuizen, 21-6-1999.
- Hansbrough, 1.R., *Storage of Northern Hardwood Logs and Bolts*, J.For.Prod.Res.Soc. 3, 1953, p. 33-35.
- Hof, T., *Houtaantasting en haar bestrijding*, Houtinstituut T.N.a., Diligentia, Amsterdam, 1954.
- Hofs, R., mondelinge mededeling, gemeente Amsterdam, Amsterdam, 19-7-1999.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

- Hofstede, mondelinge mededeling, Stichting Twickel, Delden, 2-7-1999.
- Horst, A. van der, mondelinge mededeling, Van der Horst BV, De Kiel, 23-6-1999.
- Höster, H.R., 'Verfärbungen bei Buchenholz nach Wasserlagerung', *Holz als Rohund Werkstoff*, 32 (1974).
- Houtzagers, G., *Houtteelt der gematigde luchtstreek, deel J: De houtsoorten*, Tjeenk Willink, Zwolle 1954.
- Jäger, D., *Schrifliche Befragung von Rundholzkäufern des Markgräflich Badischen Forstamts Salem zur Qualität wassergelagerten Fichten und Tannenstammholzes. Auswertung von Befragungsergebnissen*, unveröffentlicht, Salem, 1968.
- Jäger, D., *Verfahren der Naj3lagerung von Rundholz*, Salem, 1969.
- Jellema, S., mondelinge mededeling, Houtzaagmolen De Rat, IJlst, 16-7-1999.
- Karstedt, P. & Loetz, P., 'Erfahrungen mit Wasserlagerung von Fichtenstammholz in Bündeln' *Holz-Zentralblatt*, 96 (1970), p. 1613-1614.
- Kneppers, G.C., *Bouwmaterialen en hun toepassing deel J*, 7e druk, z.j.
- Kloes, J.A. van der, *Onze Bouwmaterialen*, tweede, geheel herziene druk, J van der Endt & Zoon, Maassluis, 1910.
- Kloes, J.A. van der, *Onze bouwmaterialen-Hout*, deel IV, Lj.Veen, Amsterdam, 1925
- Knigge, W., 'Eigenschaftsveränderungen des beregneten und wassergelagerten Kiefemsturmholzes', *Forstarchiv*, 44 (1973), Hannover.
- Koedijk, O., *Hout moet!*, De kleine aarde, 1991.
- Koedijk, O., mondelinge mededeling, houtdraaiër & voorzitter Houtrijk Nederland, Brummen, 9-7-1999.
- König, E., *Holz als Werkstoff, Holz als Baustoff*, Holz-Zentralblatt Verlags, Stuttgart, 1 959.
- Krimpen, J. van, *Honderdjaren Dekker's hout*, Joh. Enschede en zonen, Haarlem, 1955.
- Leclercq, W.L., *Bomenspiegel voor de wandelaar*, Van Kampen, Amsterdam, z.j.
- Leersum, J. van, *Bomen & Hout*, Bomenstichting, Utrecht, 1992.
- Leersum, J. van, mondelinge mededeling, Bergum, 29-6 en 16-7-1999.
- Leeuw, H. de, mondelinge mededeling, Amsterdam, 14-7-1999.
- Lesse, B. & Hijmans E., 'Hout kan langer mee!', *Twaalf Ambachten*, 43 (1985).
- Liese, W. & Peek, R.D., *Experiences in the storing and marketing of wood from natural disaster areas*, Economie Commission for Europe, 1987.
- Liese, W. 'Zur Qualitätserhaltung von Stammholz bei längerer Lagerung', *Forstarchiv*, 44 (1973), Hannover.
- Liese, W. & Ammer, U., 'Lagerschäden an Rundholz I Biologische Gmndlagen und Möglichkeiten der Verhütwlg', *Forst- und Holzwirt.*, 13 (1968), Stuttgartm1.
- Lijdsman, P.M.E., *Kennis van bouwstoffen*, derde, herziene druk, Kluwer, Deventer, 1948.
- Maes, N. et al., *Inheemse bomen en struiken in Nederland*, Kritisch Bosbeheer, Bostel 1991.
- Mah1ke, Liese, W. *Handbuch der Holzkonservierung*, Springer-Verlag, Berlin, 1950.
- Metzendorf, E., 'Konservierung von Fichten- und Buchen-Rundholz durch Naj3lagerung als Katastrophenvorsorge', *Allgemeine Forst-Zeitschrift*, 28, (1971), p.49-52.
- Moltesen, P., Danish experiments with protection of wood raw material, *Material*

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

- Organismen*, 4 (1969), p. 231-232.
- Moltesen, P., 'Water storage of beech roundwood', *Mitteilungen der Bundes-forschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft*, Hmburg, 1971.
- Olst, Z. Van, hoofd dienstverlening Staatsbosbeheer Driebergen; interview dd. 2 juli 1999.
- Oude Hengel, mondelinge mededeling, Oude Hengel BV, Ootmarsum, 10-7-1999.
- Paserin, V., 'Water Storage and its influence on the quality of wood', *Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft*, Hamburg, 1971.
- Patzak, W., & Löffler, H., 'Techniek und Ökonomie der Langzeitlagerung von Stammholz und Schnittholz', In: *Forstliche Forschungsberichte*, München, 1988.
- Peek, R.D. von, 'Holzeinlagerung nach Forstkalamiteiten zur Qualitätserhaltung von Nadel- und Laubholz'. In: *Holz-Zentralblatt*. 40 (1990), Stuttgart.
- Ploos, 1. & Amstel, van jr., *Bouwstoffen*, 17e herziene druk van bouwmaterialen, Nijgh & Van Ditmar's, van Mantgem & de Does, Leiden, 1963.
- Prooije, L. A. van, 'Houtvlotterij op de Rijn in de 17e en 18e eeuw', In: *Vierhonderd jaar Houtzagen met wind*, Sprang-Capelle, 1996.
- Prooije, L. A. van, 'Verspreiding van houtzaagmolens in de tijd van de Republiek', In: *Vierhonderdjaar Houtzagen met wind*, Sprang-Capelle, 1996.
- Richardson, B.A., *Wood Preservation*, The Construction Press Ltd., Lancaster, 1978.
- Riehl, G., 'Die Forstwirtschaft im Oberharzer Bergbauggebiet von der Mitte des 17. Bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts', *Aus dem Walde*, M.&H. Schaper, Hannover, 1968.
- Rutten, F., *Hout, soorten, groei en toepassing*, Kampen, Amsterdam, 1949.
- Schroot, P.A., *Bouwkunde*, 1918.
- Schulz, H., 'Mögliche Einfüsse eines Waldsterbens auf Holzversorgung, Holzwirtschaft und Holzqualität': *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 104 (1985), Hamburg.
- Seibt, G., 'Probleme der holznutzung angesichts des Waldsterbens', *Der Forst- und Holzwirt*, Hannover, 1985.
- Seubring, A.M., *Hout in het Nederlandse bos*, Stichting Bosdata, Wageningen, 1997.
- Sirag, M., *Bouwmaterialen*, m.57, achtste druk, herzien door K. Wieder, uitgeverijmaatschappij, Amsterdam, 1924.
- Smits, A. 1., e.a., *Bouwmaterialen en hun toepassing*, A. Kemperman, Haarlem, 1949.
- Sprangers, A. A.C., *Hout als materiaal en grondstof Techniek & Ambachtserie*, nr. 23, Kluwer, Deventer, 1948.
- Stadt, Houthandel van de: "Bulletin", Zaandam, september 1998.
- Stam, G. J., *Het Hout*, Van der Post, Utrecht, 1888.
- Suolahti, O., *Laboratory Tests on the Effect of Submersion in Water on Decay of Pine (Pinus sylvestris)*, Papp. Travarudtidskr. Finland, 23 (1948), p. 341-342.
- Swaay., H. van, *Houtbereiding tegen bederf Met het oog op de tegenwoordige tijdsomstandigheden*, N.V. Garantor, Nijmegen, 1941.
- Veer, T.O.M. de e.a, *Bouwen Zonder Tropisch Hardhout*, stichting Werkgroep behoud tropisch regenwoud, Amsterdam, 1989.
- Velden, F.: "Wolmanzouten verboden als verduurzamingsmiddel"; in: *Cobouw 18* augustus 1999.
- Veldhuyzen, C. 1., *Het verbruik van inlands zaaghout in Nederland*, 27 (1965), LEI, Den Haag.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

- Voort, van de, mondelinge mededeling, Van de Voort, Udenhout, juli 1999.
- Voß, A., *Holzeinlagerung nach Forstkalamitäten: Rechtliche, wirtschaftliche und Holzmarktpolitische Aspekte der Einlagerung in Forstbetrieben und Sägewerken*, Hochschulverlag, Freiburg 1988.
- Vries, D.J. de, *Bouwen in de late middeleeuwen*, Utrecht, 1994.
- Wense, E.A. van de, '300 Jahre Forstverwaltung Fuhrberg', *Der Forst- und Holzwirt.*, 39 (1984), Hannover.
- Willeitner, H., 'Anstrichschäden infolge Überaufnahmefähigkeit des Holzes', *HolzZeitung/ralbla/t*, 122 (1971), Stuttgart.
- Wilhelmsen, G., Water storage of unbarked mechanical pulp wood of Norway spruce, *Norsk Skogind*, 22 (1968), p. 207-211.
- Wilhelmsen, G., Protection of wood raw material in Scandinavia, *Material Organismen*, 4 (1969), p. 201-229.
- Woudt, I.P., e.a., *Ach lieve tijd, tien eeuwen Zaanstreek, de Zaankanters en hun wereld van hout*, Waanders b.v. Zwolle, 1993.
- Zee, M., van der, *Opslag van Douglasshout*, Doctoraal scripties, 3 (1987), Landbouwniversiteit Wageningen.
- Zondervan, G.J., *Houtbescherming door houtberegening*, landbouwhogeschool Wageningen, 1974.

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

ANEXO 1 Troncos sumergidos en agua sin que se produzca pérdida de su calidad (Voß, 1988)

Investigación científica:

Abreviaciones: bu: haya fs: abeto gd: pino albar zs: abeto plateado

Autor	Especie	Método de inmersión	Tiempo de inmersión en meses
Aufseß & Pechman 1970	Postes fs, zs, gd	inmersión en estanque por camada	24
Karstedt & Loets, 1970	Postes fs	inmersión en estanque por atados	24
Liese & Karstedt, 1971	Postes fs	inmersión en estanque por atados	36
Adolf y otros	Postes fs	inmersión en estanque por atados	60
Necesany, 1973	Postes fs bu	regado	12
Paserin, 1971	Postes bu	inmersión en estanque	4
Kunz, 1960	Postes bu	inmersión en estanque	12
Moltesten 1971 & 1977	Postes bu	inmersión en estanque	24
Moltesten 1971 & 1977	Postes bu	regado	24
Wilhelmsen, 1968	Postes fs	inmersión en agua	Varios meses
Wilhelmsen & Loras 1974	Postes fs	inmersión en lagos y mar	8
Keller, 1973	fs	inmersión en agua	12
Alhojaervi y otros 1964	gd	inmersión en mar	60

Experiencias de la práctica:

Autor	Motivo de inmersión	Especie	Método de inmersión	Tiempo de inmersión en meses
Zier, 1969	Tormenta 1967	Postes fs, (+ parte zs)	inmersión en estanque por camada	16
Hess 1973	Tormenta 1967	Postes fs	inmersión en estanque por camada	36
Boehm y otros, 1980	Tormenta 1972	Postes coníferas	inmersión en estanque por camada	72
Jäger, 1969	Tormenta 1967	Postes gd	inmersión en estanque por camada	36
V.d. Wense, 1984	Tormenta 1972	Postes gd	regado	96

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

Boehm y otros 1980	Tormenta 1967	Postes coníferas	regado	72
Jäger, 1969	Tormenta 1967	Postes bu	inmersión en estanque por camada	12 y más
Hess, 1973	Tormenta 1967	Postes bu	inmersión en estanque por camada	24
Hess, 1973	Tormenta 1967	Postes bu	regado	24

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

ANEXO 2: Direcciones de empresas e instancias donde se trata madera por inmersión en agua

Gemeente Amsterdam Stadsdeel Slotervaart/Overtoomse Veld Hen!< Sneevlietweg 20 1066 VH AMSTERDAM (iep)	H. Huyskamp's Fijnhouhandel Zwolle B.V. Oude Deventerstraatweg 1, 8017 BA ZWOLLE tel 038-4650500 fax 038-4654470 (iep)
Houtcompagnie Almenum B.V. Kanaalweg 108,8861 KJ HARLINGEN Postbus 85, 8860 AB HARLINGEN tel 0517-413377 fax 0517-414873 (douglas, iepen, lariks)	Inlands Hout, Van Leersum Kerkklaan 5, 9251 LE BERGUM tel 0511- 461763 (beuk, christusdoorn (valse), douglas, eik, esdoorn, grove den, lariks, linde, meelbes, noot, vruchtboomen)
G. Blessing 035-5251079 (iep, noot, vruchtboomen) Houthandel & Houtzagerij van Dee Achterstraat 49-51, 4054 MS ECHELD tel 0344-641244 fax 0344-643661 (iep)	Lamme J.I. Rondhout &- handel B.V. Middenweg 126b, 1394 AN NEDERHORST DEN BERG tel 0249-257471 (iep)
Dekker & Zoon BV Houthandel & Zagerij Kloosterdijk 2, 1141 PJ Monnickendam Postbus 2, 1140 AA Monnickendam tel 0299- 651515 fax 0299- 651515 (iep, lariks, noot)	Houthandel & Houtzagerij Gebr. Lemmens Valkenburgerweg 166,6305 EB SCHIN OP GEUL tel 043-4591640 fax 043-4592553 (iep)
G. van Dijk & Zn. Zwolle B.V. Voorsterweg 60,8042 AD ZWOLLE tel 038-4215175 fax 038-4216219 (iep)	Noordman Hout B.V. Haagweg 57, 2321 AC LEIDEN Postbus 1025,2302 BA LEIDEN tel 071-5316431 fax 071-5310422 (iep)
BV Hard- en Zachthout Import Mij. Hoofdweg 74, 7371 AK LOENEN tel 055-5051888 fax 055-5051923 (iep)	H. Oude Hengel B.V. Oldenzaalsestraat 28, 7631 CV OOTMARSUM tel 0541- 291556 fax 0541- 293428 (douglas, iep, lariks, noot, vruchtboomen)

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

<p>Molendijk 37, 7591 PT DENEKAMP tel 0541- 351906 (douglas, lariks) Talen, Houtzagerij Industrieweg 7, 7951 CX STAPHORST tel 0522-461361 (iep)</p>	<p>De Rat, Houtzaagmolen Sneekergoed 18, 8651ME IJLST tel 0515- 532951 (vnl: eik, lariks, iep)</p>
<p>Talens Houtindustrie Mr. J.B. Kanlaan 2, 7715 PM PUNTHORST Postbus 7, 7950 AA STAPHORST tel 0522-4660 10 fax 0522-466050 (iep, noot, peer)</p>	<p>Landgoed Singraven (alleen voor eigen gebruik) Van der Wal's Zagerij Woudweg 17,9257 RM NOOORDBERGUM tel 0511-473345 (iep)</p>
<p>Stichting Twickel, Houtzagerij Zaagmolenweg 1,7491 BS DELDEN tel. 074-3762181 fax 074-3764494 (grove den)</p>	<p>Van Zwienen Rondhout Akkerwinde 1, 2923 GA KRIMPEN aJd IJSSEL tel 0180-553112/06-53445723 fax 0180-55325 (iep)</p>
<p>Ventis Vlakwater 7, 1601 EV ENKHUIZEN tel. 0228-312542 (lariks, iep)</p>	
<p>Houthandel Vlug en Oud B.V. Purmerenderweg 29,1461 DB ZUIDOOSTBEEMSTER tel 0299-681429 fax 0299-683056 (iep)</p>	
<p>Houthandel en Zagerij" De Volharding" BV Enschedestraat 175,7574 PA OLDENZAAL Postbus 23, 7570 AA OLDENZAAL Tel 0541-512438 Fax 0541-523115 (iep)</p>	
<p>J.c. van de Voort Houthandel Zagerij BV Kreitmolenstraat 83, 5071 BB UDENHOUT Postbus 44, 5070 AA UDENHOUT Te1013-5111318 Fax 013-5113459 (iep, noot)</p>	

TRATAMIENTO DE MADERA POR INMERSIÓN EN AGUA

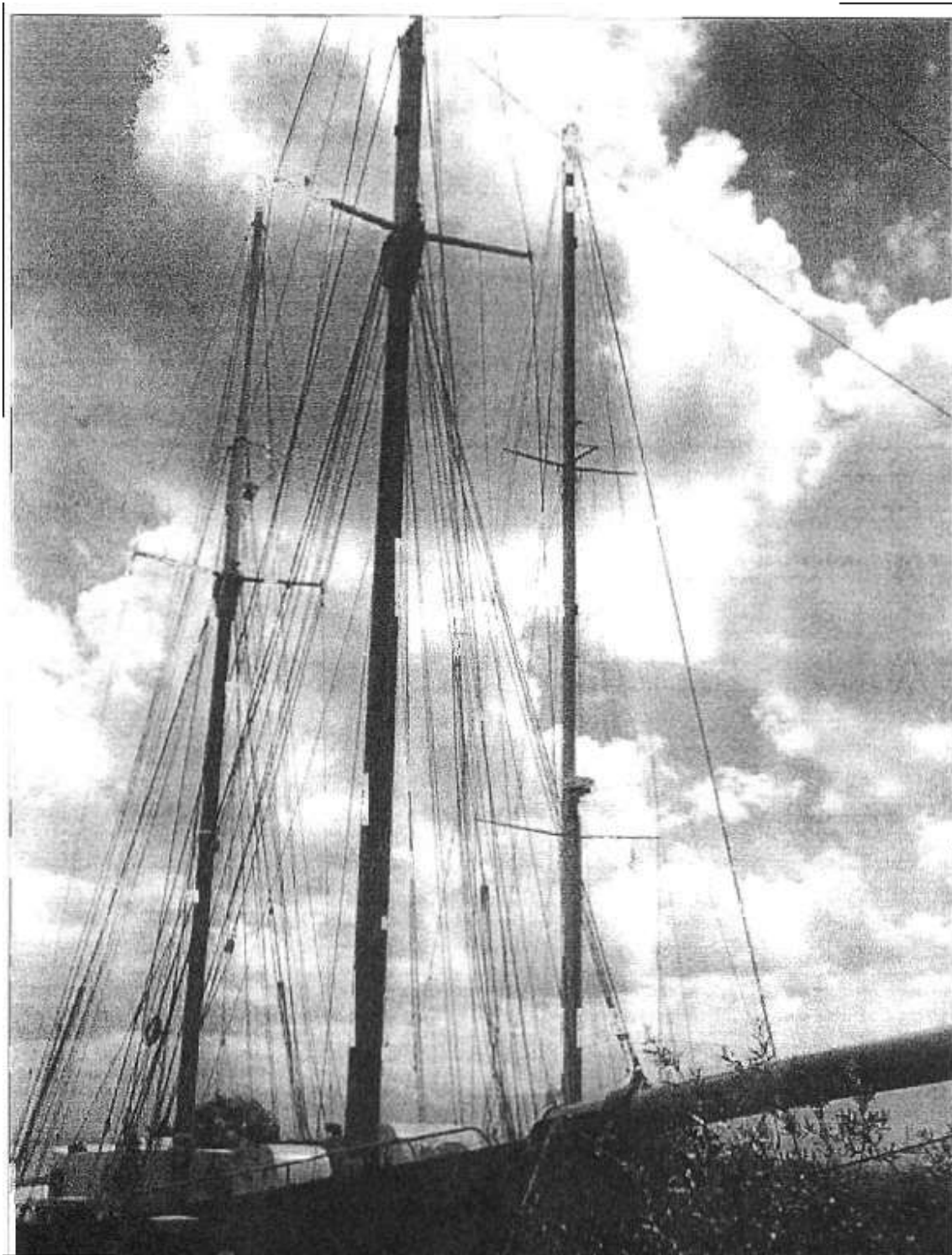


Fig. 14 Mástil de alerce tratado por inmersión en agua en su esplendor (Ventis, Enkhuizen)