

25
20j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS

**“CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA
APLICADA A LA
ESCULTURA: LA ENTRADA, OBRA PERSONAL”**

Tesis que para obtener el título de
LICENCIADO EN ARTES VISUALES

Presenta
JOSÉ LUIS MORALES JURADO

Director de tesis: Lic. María Eugenia Gamiño Cruz

México D.F. , 1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



**DEPTO. DE ASESORIA
PARA LA TITULACION
ESCUELA NACIONAL
DE ARTES PLÁSTICAS
XOCHIMILCO D.F.**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*Agradezco a mis padres,
a mi hermano, Manuel Morales;
a la Maestra en Ciencias Josefina Barajas Morales;
a la licenciada María Eugenia Gamiño,
y a Irma Ortega Pérez
por el apoyo que me dieron para
realizar este trabajo*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO PRIMERO. LAS ARTES Y LAS CIENCIAS	6
1.1. SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS.....	7
1.1.1. EN RELACIÓN CON EL OBJETO	7
1.1.2. EN RELACIÓN CON LOS MÉTODOS	7
1.1.3. EN RELACIÓN CON LOS RESULTADOS	8
CAPÍTULO SEGUNDO. NATURALEZA DE LA MADERA	9
2.1.-LA MADERA COMO EL RECURSO NATURAL RENOVABLE MÁS ANTIGUO	9
2.2. DEFINICIÓN	11
2.2.1. TIPOS DE CÉLULAS	12
2.2.2. COMPOSICIÓN	13
2.2.3. MORFOLOGÍA	13
2.3. CARACTERÍSTICAS Y/O PROPIEDADES DE LA MADERA	15
2.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SENSORIALES	15
2.3.2. PROPIEDADES FÍSICAS	17
2.3.3. PROPIEDADES MECÁNICAS	20
2.4. CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS	22
2.5. NORMATIVIDAD PARA APROVECHAR LOS BOSQUES MADERABLES	22
CAPÍTULO TERCERO. - PROCESOS FÍSICOS-BIOLÓGICOS Y DE CONSERVACIÓN DE LA MADERA	24
3.1 ESTABILIDAD DIMENSIONAL	24
3.2.- EL SECADO DE LA MADERA	27
3.3.-DEFECTOS	28
3.4.ATAQUE DE HONGOS E INSECTOS	31
3.5.-DAÑOS POR EFECTO DEL INTEMPERISMO	32
3.6 TRATAMIENTO, CONSERVACIÓN Y ACABADO DE LA MADERA	32
3.6.1. DURACIÓN NATURAL	33
3.6.2. PROTECCIÓN DE LA MADERA	33
3.6.3. ACABADO	36
CAPITULO CUARTO. CONCEPTO Y ELABORACIÓN DE LA ESCULTURA	38
4.1. ANTECEDENTES DE LA ESCULTURA EN MADERA	38
4.2. LA ESCULTURA EN MADERA	39
4.3. PROBLEMAS EN EL USO DE LA MADERA	40
4.4. REFERENCIAS DE LA OBRA PERSONAL	42
4.5. PROPUESTA DE LA OBRA <i>LA ENTRADA</i>	43
4.6. SELECCIÓN DE LA MADERA	48
4.7. TÉCNICA DE LA TALLA	49
CONCLUSIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	56
APÉNDICES	59

INTRODUCCIÓN

En 1993 realizaba una escultura en madera; conforme transcurría el tiempo de la talla, fueron apareciendo grietas que no deseaba, provocándome cierta preocupación. En otros momentos he observado que algunas maderas se rajan más que otras, es decir, que las maderas difieren en cuanto a su comportamiento; además, es sabido que algunos profesionales como los ebanistas que utilizan este material en su trabajo, colocan "respiraderos" entre la duela para que no se levante. Por estas razones me surgió la interrogante: ¿cuáles son los factores que influyen en la aparición de grietas en la madera y qué podemos hacer para evitarlo?. Para encontrar respuestas, decidí investigar las propiedades y características de la madera y, con base en la información obtenida, elaborar una obra escultórica.

Así, el presente trabajo fue realizado con el fin de reunir un conjunto de conocimientos sobre la madera, que sirvieran, a su vez, como un manual de procedimientos para preparar este material para la talla.

Existe abundante información sobre la madera; sobre su estructura interna, sus características, su comportamiento ante el medio ambiente y la tecnología para su manejo. Todos estos conocimientos se han obtenido para ser aplicados, fundamentalmente, para fines industriales y para la construcción, pero son también útiles para una gran diversidad de usos, de no menos importancia.

La mayor parte de la bibliografía proviene de países caracterizados como madereros, tales como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, etc., es decir, que cuentan con suficientes recursos forestales y con la tecnología adecuada para su explotación, lo que les permite hacer uso intensivo de la madera, en prácticamente todas sus actividades.

En nuestro país hay un serio avance en la conformación de una cultura maderera, impulsada por instituciones públicas y privadas, pero aún falta mucho por hacer. Particularmente en las artes y en las artesanías es poco lo que se aplica, de ahí la importancia de apropiarse del conocimiento.

En la Escuela Nacional de Artes Plásticas de la UNAM, es preciso contar con la información que permita a los alumnos manejar la madera en forma adecuada para la escultura, también se requiere de apoyo y presupuesto

para la adquisición de equipo especializado con la finalidad de promover y aumentar el potencial que tiene la madera en la escultura.

Particularmente pretendo evaluar un tratamiento en la madera, basado en sus propiedades, con la intención de hacer una comparación cualitativa de los resultados, que me permitirá conocer posibles relaciones de las variables mencionadas con el comportamiento de la madera.

Lo anterior contribuirá para establecer una técnica de preparación de la madera para ser usada en la escultura, que facilite al artista tener el control sobre el material, en caso de que así lo requiera su obra.

La madera por ser un material de origen orgánico, presenta una alta complejidad en cuanto a sus características y comportamiento. En la escultura de madera es común la aparición de defectos como grietas o hendiduras, lo cual puede provocar desaliento en el artista y en algunas ocasiones demérito de la obra, por lo que cabe preguntarnos: ¿Cómo influyen las propiedades de la madera en su comportamiento dimensional? ¿Qué manejo debe tener la madera antes y después de la talla? ¿Cuáles son las características de la madera que pueden ser controladas para evitar o en su caso, disminuir los defectos indeseables en la talla?

El artista debe conocer a fondo el material que utilizará para su obra, si desea obtener los resultados esperados. En la escultura en madera, el conocimiento y manejo de las propiedades, tales como el contenido de humedad, la densidad y el secado, son las principales responsables del cambio dimensional que a su vez provoca la aparición de grietas, por lo tanto si sometemos a un tratamiento piezas pequeñas de madera, considerando las características arriba señaladas, entonces podremos esperar dos resultados : evitar o disminuir la aparición de grietas y/o hendiduras. Esto es posible según dos supuestos:

Uno.- La pérdida o ganancia de humedad en la madera provoca la aparición de defectos, por lo que al sustituir el agua por un material plástico que no se pierda ni se gane, entonces se eliminará la posibilidad de que se presenten grietas o hendiduras.

Dos.- El manejo y secado en forma adecuada evita la pérdida brusca de humedad y disminuye la aparición de grietas.

De la extensa bibliografía que existe se ha seleccionado las ideas que se

consideran más útiles para la propuesta y que serán una contribución al conocimiento de la madera en la escultura.

El trabajo se desarrolla de la siguiente forma:

La primera parte consta de tres capítulos, el primero trata de el marco teórico y conceptual lo cual es una interpretación de las ideas de autores que han hablado de la integración de los conocimientos y de las relaciones que guardan las ciencias y las artes, como actividades humanas. En los capítulos segundo y tercero, se encuentra la descripción de la madera como material y las posibilidades de ser usado para un fin determinado. En particular, el capítulo dos se refiere al uso de la madera en el tiempo y menciona cómo en la actualidad, se puede acceder a la madera directamente del lugar donde se produce, para tener una idea del proceso de producción y comercialización. En el tercero se describen cuáles son los procesos químicos, biológicos y físicos que se presentan en la madera.

En la segunda parte, el capítulo cuarto trata de una reflexión acerca de la escultura en madera, abordo mi obra personal y explico cómo llegué a la obra *LA ENTRADA* como una propuesta. También se explica cuál fue el tratamiento, el procedimiento y los resultados de cada pieza, además la composición y la razón de su respectiva colocación.

Por separado de estos capítulos se asientan las conclusiones a las que llego.

Finalmente se anexa una serie de apéndices con información numérica y de imágenes que consideré importante incluir para comprender mejor la presente información.

CAPÍTULO PRIMERO LAS ARTES Y LAS CIENCIAS

Los conocimientos generados en biología, ciencias forestales e ingeniería de la construcción, entre otras, es posible aplicarlos a la escultura en madera, esta adaptación no sería la primera, ni la última experiencia de cómo las ciencias y las artes se complementan y se sirven mutuamente.

Partimos de que entre las artes y las ciencias existen relaciones en términos de semejanzas o de diferencias; en este apartado no pretendo agotar en forma exhaustiva las conexiones entre ambas, sino sólo resaltar las articulaciones más generales, basadas en la experiencia personal y apoyadas con puntos de vista de autores interesados en la integración y complemento de estas dos actividades que forman parte sustancial de la cultura.

Establecer relaciones de complemento nos permite eliminar el supuesto de contradicción entre la ciencia y el arte, al mismo tiempo se marca el límite de cada una y se reafirma la relación de interacción.

Otro objetivo de este apartado es el de eliminar tres costumbres que se convierten en defectos, tanto de artistas como de científicos:

A).- Es frecuente encontrar una fuerte inclinación a establecer límites por actividad y pensar que sólo un especialista en la materia, tiene la autoridad para hablar de su tema, ésto provoca que los demás no pueden opinar al respecto.

B).- La educación especializada, es parcial, en cuanto a que cada vez se sabe más de un solo tema del arte o la ciencia, lo cual provoca ignorancia, desconocimiento o dificultad para abordar otros temas ; como consecuencia se llegan a minimizar o a evadirlos.

C).- Los expertos en las ciencias o en las artes, por lo general ignoran los demás temas, creándose así la idea de ser incapaz de aprender otras disciplinas, por lo que se dejan de lado.

1.1. SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS

1.1.1. EN RELACIÓN CON EL OBJETO

En muchos casos el objeto de estudio de artistas y de científicos (universo, naturaleza, sociedad y el hombre) es el mismo, pero la idea y el fin son diferentes, por ejemplo, el árbol es abordado por la biología en sus procesos bioquímicos y sus funciones, en cambio a la escultura como arte le interesa su apariencia, la forma y el color.

Los científicos están en posibilidades de reproducir la misma naturaleza y los artistas sólo pueden representarla. Sin embargo, ambos establecen una relación con su objeto de trabajo, que los inspiró o motivó a crear su obra, en este sentido se puede afirmar que las ciencias y las artes tienen un carácter de universalidad, es decir pueden tocar y tratar todos los temas, empero con distinta intensidad y finalidad.¹

1.1.2. EN RELACIÓN CON LOS MÉTODOS

A).- Descubrimiento e Invención.- Con el primero se llega a lo que ya existe; en cambio la invención consiste en crear algo nuevo, por esto se entiende que la primera tiene un carácter más objetivo y la segunda es subjetivo en las personas que las practican. Tanto los artistas como los científicos pueden descubrir o inventar, ya que ambos son creadores intrínsecamente.

B).- Experimentación.- Es una recurrencia cotidiana de ambos creadores, se cree que en la ciencia es una actividad fundamental, pero en realidad lo es en las dos, por medio de la experimentación se adquieren conocimiento y experiencia; la diferencia se nota en los objetivos y el tema a experimentar.

El artista experimenta para lograr la perfección de la forma y el estilo; el científico lo hace para comprobar y generalizar.

En el acto creador de ambos, se deja volar la imaginación pero con límites

¹Cassidy, Harold G. **Las Ciencias y Las Artes**. edit. Tauros. Madrid, España, 1964. páginas 85-119

establecidos por el experimento. Los métodos utilizados por cada uno, dependerán del grado de preparación y del temperamento de cada creador.²

1.1.3. EN RELACIÓN CON LOS RESULTADOS

El arte y la ciencia son realidades históricas en tanto que son reflejo de una época y no son neutrales sino que representan intereses de sus creadores, los cuales pertenecen consciente o inconscientemente a un grupo social y, en este sentido pueden excluirse o integrarse a las transformaciones sociales, pero no pueden permanecer indiferentes.³

Las obras del científico proceden del análisis, de razonamientos y deducciones; las obras de arte proceden de sensaciones, percepciones, emociones e imágenes. El producto de los primeros es fundamentalmente el conocimiento, en cambio el resultado de los segundos es la obra de arte, aunque implica la aplicación de conocimiento sobre todo en el proceso de elaboración. Es claro que ambos transmiten conocimientos, pero con diferentes lenguajes, unos lo hacen en el laboratorio y otros en el taller : lugares "muy parecidos".⁴

Con todo lo expuesto, pensamos que la relación más estrecha es cuando la ciencia y el arte trabajan juntos, para lograr un objetivo en común, el de integrarse para dar lugar a la obra, el ejemplo histórico es el trabajo de Leonardo Da Vinci y en la actualidad es el denominado Arte Virtual que se vale de la tecnología de punta para producir obras de arte, en estos ejemplos vemos cómo el arte y la ciencia no se contraponen sino que se complementan y tienden a establecer una unidad.⁵

²ídem.

³Lukács, G. **El Reflejo Artístico de la Realidad**, en Antología de Textos de Estética y Teoría del Arte, núm. 14, UNAM, 1982, pág. 96-100.

⁴Cassidy, op. cit.

⁵Rivera, Daniel. **Arte y Ciencia. El Plasma de una Nueva Era**. La Jornada, 25 de mayo de 1995. pág. 32.

CAPÍTULO SEGUNDO NATURALEZA DE LA MADERA

2.1. LA MADERA COMO EL RECURSO NATURAL RENOVABLE MÁS ANTIGUO

El uso de la madera data desde que el hombre construyó sus primeros instrumentos para cazar y recolectar sus alimentos, necesarios para la sobrevivencia y preservación de la especie; posteriormente necesitó de refugios para protegerse de las inclemencias del clima; de esta manera fue naciendo y reforzándose una relación entre el hombre y los diversos materiales, entre estos, la madera, que hasta hoy es utilizada.

En el terreno espiritual la madera y sobre todo el árbol, han jugado un papel relevante, tan es así que existen árboles considerados sagrados y llegaron a ser objeto de culto.⁶

En términos generales abarcando períodos amplios, tenemos que del paleolítico al neolítico y de la edad de piedra y bronce a la edad media, el hombre transformó y cambió el tipo de instrumentos y de vivienda, pero no así el tipo de material utilizado, que siguió siendo la madera en forma predominante.

Actualmente podemos contemplar objetos de madera en las diferentes regiones del mundo, donde el hombre y sus civilizaciones dieron usos específicos y versátiles a la madera; solo mencionaremos algunos ejemplos a nivel general, pero que nos dan una idea de la gran cantidad de usos y objetos útiles, hechos a base de madera y que actualmente se siguen construyendo, con el mismo fin.

Como ejemplo de lo anterior tenemos que:

- En la cueva de Mouthe, Francia, existen grabados que muestran chozas a base de madera.
- En Timunouka, Rusia, se conservan los restos de un conjunto de

⁶Hugh Johnson. *La Madera*. edit. Blume, Barcelona, España, 1978, pág. 222

viviendas de madera, pertenecientes al paleolítico de aproximadamente 20,000 años antes de nuestra era.⁷

- En algunas ciudades se cuenta con numerosos objetos de madera, tales como barcas, muebles, instrumentos de trabajo, construcciones etc. pertenecientes a las antiguas culturas orientales.⁸

- De la misma manera en Roma y Grecia construyeron con madera : instrumentos, armas y estructuras de soporte para la arquitectura, a pesar de que no eran pueblos madereros.

- De la edad media se conservan herramientas de trabajo, instrumentos musicales, muebles, esculturas, construcciones majestuosas, transportes, todo esto en una gran diversidad y producto del ingenio de los pueblos de la época referida, en Europa.⁹

- En nuestro continente, el mundo prehispánico, usó la madera para fabricar muchos instrumentos de trabajo y de arte, por ejemplo máscaras, teponaztles, canoas y estructuras o fachadas de madera usadas en las construcciones.¹⁰

Del renacimiento a la actualidad se siguió utilizando la madera en todos los usos que hasta entonces se le había dado , empero el avance y florecimiento de la ciencia y la tecnología dio lugar a la aparición de materiales capaces de sustituir en todo a la madera.

Por otra parte, se registró una baja en la producción de madera a nivel mundial debido a prácticas de sobreexplotación. Los bosques cubren una tercera parte de la tierra del planeta, que es una superficie extensa y muy importante; en regiones de bosques y selvas se han desarrollado civilizaciones donde la madera es un material básico y vital para la sociedad. Por lo que consideramos que el presente y el futuro de la madera depende del manejo de los bosques, como un recurso renovable, sí y sólo mediante la

⁷Robles Fernández, Francisco y Ramón E-M. **Estructuras de la Madera.**⁸Hugh op. cit.

⁹ídem.

¹⁰Noguera, Eduardo **Tallas Prehispánicas en Madera.** Guardiania, México, 1958, pág. 11-29

correcta aplicación de los conocimientos existentes al respecto, para seguir contando con este material.

Aunado a lo anterior podemos asegurar que la sociedad seguirá explotando y renovando bosques, mientras la gente necesite madera, a pesar de la existencia de sustitutos (plásticos, metales, concreto, piedra etc.), debido sobre todo a la preferencia por sus características y propiedades. Esta preferencia explica porqué el objeto de madera puede ser considerado como un bien cultural.¹¹

La importancia de la madera en la cultura de cada sociedad proviene del hecho de que es un material de origen orgánico, es decir, que proviene de organismos vivos : los árboles, los cuales son en la naturaleza los seres más grandes en altura y más viejos o longevos que existen en la tierra. Lo entendemos mejor si consideramos que este material es responsable de sostener casi indefinidamente al conjunto de ramas y hojas que posee un árbol, además de transportar desde el suelo a grandes alturas las sustancias nutritivas disueltas en agua.

Estas funciones o cualidades hacen de la madera un material muy especial y selectivo de la naturaleza.

2.2. DEFINICIÓN

En los árboles, la madera o xilema es el material leñoso que integra el tronco, ramas y raíces, de ahí su origen biológico y su estructura orgánica fibrosa, compuesta sobre todo de celulosa, hemicelulosa y lignina que son moléculas microscópicas de carbono, oxígeno e hidrógeno, que a su vez componen las células.

La madera está constituida por un conjunto de pequeñas unidades (de tamaño microscópico), llamadas células, las cuales se mantienen unidas entre sí, su tamaño y forma varían según la función que desempeñan en cada especie de árbol; en la mayoría de las veces son tubulares, alargadas

¹¹Sánchez Sanz, María de la Paz. *Maderas Tradicionales Españolas*. edit. Nacional, Madrid, España. 1984, pág. 9-20

y huecas; se encuentran agrupadas en dirección al eje longitudinal del árbol, lo que permite sostenerlo y transportar o almacenar las sustancias nutritivas disueltas en agua.¹²

2.2.1. TIPOS DE CÉLULAS

La mayor parte de las células que componen la madera mueren poco tiempo después de que se formaron, pero siguen manteniendo su función, sobre todo de soporte, almacenamiento y transporte de sustancias nutritivas.

Hay dos tipos de células: las prosenquimatosas, responsables de la conducción de sustancias y del sostén del árbol y las parenquimatosas que se encargan de almacenar sustancias diversas.

Entre las primeras tenemos a las:

a) Traqueidas, son las células de las coníferas, en forma tubular y de longitud variable, de 3 a 7 mm, con lumen grande, comunicadas entre sí por pequeños orificios, lo cual permite la conducción del agua a través de ellos, llegan a conformar el 95% del volumen de la madera.

b) Las células vasculares, llamadas vasos, por estar agrupadas en cadena una sobre otra, de forma longitudinal, especializadas en el transporte de nutrientes; son exclusivas de las latifoliadas, son de muy variado tamaño y forma.

Las células parenquimatosas tanto de latifoliadas como de coníferas son muy semejantes, cortas y delgadas, llamadas rayos, generalmente transversales, su función principal es el almacenamiento. En general todos los tipos de células se conocen con el nombre de fibras.¹³

¹²Echenique-Manrique, Ramón y Francisco R.F. **Ciencia y Tecnología de la Madera**. Textos Universitarios, Universidad Veracruzana, Xalapa, 1993 tomo I pág. 29-37

¹³idem.

2.2.2. COMPOSICIÓN

La composición de sustancias bioquímicas de que se componen las células varía según la especie de árbol, para darnos una idea se presenta el siguiente cuadro:

COMPONENTES	MADERAS BLANDAS %	MADERAS DURAS %
HOLOCELULOSA	59.8 - 80.5	71.0 - 89.1
CELULOSA	30.1 - 60.7	31.1 - 64.4
LIGNINA	21.7 - 37.0	14.0 - 34.6
PENTOSAS	4.5 - 17.5	12.6 - 32.3 (HEMICELULOSA)
POLYLOSES	12.5 - 29.1	18.1 - 41.2 (HEMICELULOSA)
EXTRACTIVOS EN AGUA CALIENTE	0.2 - 14.4	0.3 - 11.0
EXTRACTIVOS EN AGUA FRÍA	0.5 - 10.6	0.2 - 8.9
EXTRACTIVOS EN ÉTER	0.2 - 8.5	0.1 - 7.7
CENIZAS	0.02 - 1.1	0.1 - 5.4

valores de rango de 153 especies botánicas.¹⁴

2.2.3. MORFOLOGÍA

La madera procede de los árboles, seres vivos que se desarrollan según el potencial genético de cada especie, del medio ambiente que los rodea durante su crecimiento, principalmente del clima y de la fertilidad del suelo.

Las partes del árbol que contienen madera se diferencian por la función que realizan:

a) La raíz: es la parte del árbol que se encuentra anclada al suelo y es por donde se absorbe la humedad y los nutrientes.

b) El tronco: conocido como fuste del árbol sirve como soporte de la corona y a través de sus estructuras se transporta la sustancia llamada sabia bruta, la cual asciende hasta las hojas. También contiene el tejido responsable del crecimiento diametral, que da origen a la formación del xilema, que es propiamente la madera.

c) La corona: es el conjunto de ramas y hojas cuya función es la de transformar la energía luminosa en energía química, mediante el proceso llamado fotosíntesis, realizado sólo por las plantas verdes.¹⁵

¹⁴Tsoumis, G. *Science and Technology of Wood Structure, Properties Utilización*. New York E.U. pág. 35

¹⁵Robles op. cit. pág. 65-67

El tronco consta de las siguientes partes:

a) La corteza exterior: formada por tejidos muertos, sirve como capa protectora del exterior.

b) Liber o floema: es la corteza interior formada por tejidos vivos, que conducen la sabia elaborada en la hojas, misma que desciende por el floema, para alimentar el proceso de crecimiento en el cambium.

c) El cambium: es el tejido en constante crecimiento; de color blanquecino, de consistencia mucilaginoso y muy delgado; se localiza inmediatamente después del liber, hasta el xilema; su división da lugar a nuevas células que si quedan en posición interna pasarán a formar parte del xilema y si quedan en posición externa se convierte en floema.

d) La madera, llamada también xilema, es un tejido de células, en su mayoría muertas y una parte de células vivas (parénquima) que tienen como función el soporte

mecánico y la conducción de sustancias nutritivas, respectivamente; el xilema se divide en las siguientes partes:

1. Albura: es la madera situada entre el cambium y el duramen, formada por células activas en el transporte de la savia; es de color claro y con el tiempo se transforma en duramen, al morir las células.

2. El duramen: es un tejido muerto e inactivo del fuste, que proporciona soporte, es más oscuro que la albura debido a que conserva sustancias almacenadas y solidificadas.

En el xilema y a lo largo del tronco, encontramos grupos de células en orientación transversal, que se encargan de transportar sustancias en esa misma dirección, llamadas rayos.

e) Anillos: localizados en el xilema, formados por el crecimiento anual, los cuales son círculos circunscritos y se forman por que el cambium produce madera en dos épocas distintas durante el año, la madera temprana o de primavera, se produce en la temporada de mejores condiciones del tiempo y suficiente agua, siendo la parte del anillo de color más claro y la madera tardía o de invierno, que es producida al final del crecimiento anual y en condiciones de escasez de agua, por lo que es un tejido con células de

menor tamaño y paredes más gruesas y por tanto de mayor densidad y resistencia.

Los anillos de crecimiento anual contienen la historia de un árbol, sin embargo, en las especies latifoliadas que crecen en climas tropicales, donde casi no varían las condiciones climáticas, no es posible distinguirlos de manera clara.¹⁶

2.3. CARACTERÍSTICAS Y/O PROPIEDADES DE LA MADERA

La madera presenta características y propiedades macroscópicas, microscópicas y ultramicroscópicas, todas de suma importancia; las primeras, en particular se utilizan para identificar y clasificar las diferentes maderas, también son una valiosa herramienta para ser tomadas en cuenta por los escultores como la base de criterios para la selección de la madera que será tallada; enriqueciendo así la práctica actual -en muchos casos- de realizar una escultura con madera disponible, sin considerar sus cualidades.

2.3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SENSORIALES

a) El olor y sabor se deben a las sustancias extractivas, algunas de las cuales son volátiles, tales como los taninos, resinas y otras. El olor es más pronunciado en el duramen, por la mayor concentración de sustancias; las cuales se degradan a la exposición al medio, por esta razón, el olor y sabor son más notorios en la superficie de la madera. Puede existir un fuerte olor en la madera en descomposición, atacada por microorganismos, pero éste no es el olor natural de la madera.

El sabor es percibido en forma distinta según sea el duramen o la albura, pero es más pronunciado en material fresco, sobre todo antes de que se volatilicen algunos extractivos, responsables del sabor; por ejemplo en el encino, el sabor amargo se debe a los taninos. También es útil para distinguir maderas de estructura y apariencia similar pero con sabores

¹⁶Barajas M.J. et. al. **Estructura e Identificación.** En la Madera y su uso en la Construcción núm. 3 INEREB, Xalapa. 1981 pág.

diferentes, por ejemplo el cedro americano (*Libocedrus decurrens*) y el cedro rojo del oeste (*Thuja plicata*) son muy semejantes, pero el primero tiene un sabor fuerte y pronunciado y el segundo es ligeramente amargo. Las sustancias extractivas, además de ser las responsables del aroma y sabor, también imparten una alta resistencia al ataque de insectos y hongos.¹⁷

b) El color natural en la madera, proviene de los mismos extractivos y colorantes; las diferentes coloraciones, desde las claras hasta las oscuras, varían según la especie y aún en el mismo árbol, según sea en la albura o duramen. Al ser expuesta al medio o ser transformada y tratada, la madera experimenta cambios en la coloración, debido a las reacciones de óxido-reducción que sufren los compuestos extractivos. El color puede ser conservado si se le aplica a la madera algunas sustancias preservadoras.

Los compuestos extractivos responsables del olor, sabor y color, pueden ser fuente de intoxicaciones de diferente grado de gravedad, tal como se indica en el cuadro No. 1.¹⁸

c) La textura depende del tamaño de las células (vasos o traqueidas) y de acuerdo a la cantidad y disposición en la superficie de la madera puede ser fina, mediana o gruesa, ésto se refiere a la uniformidad de la apariencia. Puede verse a simple vista o con lupas de mano.

Las células de mayor diámetro producen una textura gruesa, en maderas porosas, por el contrario las células con diámetro pequeño dan una textura fina.

Por lo general los árboles de rápido crecimiento, como los pinos, producen texturas gruesas o toscas.

d) El grano o hilo de la madera, es diferente a la textura, aunque puede ser confundido o utilizado como sinónimo. El grano se refiere a la disposición o dirección de las células axiales, conforme al eje longitudinal; puede ser recto o ligeramente inclinado, como en la mayoría de las especies; espiral como en el pino ponderosa; entrecruzado como el machiche; ondulado, como el sangregado; algunas veces cerrado, diagonal o con hoyuelos.

¹⁷Barajas op. cit.

¹⁸Revista **Sculture** núm. Sep-Oct. 1990, pág. 69

Del inclinado al entrecruzado, presentan apariencias muy llamativas, debido a que refleja la luz de diferente forma, pero estos hilos también presentan problemas al momento del secado tanto de resistencia como de impregnación de acabados.¹⁹

e) El lustre o brillo es el resultado del reflejo de la luz en las paredes celulares y en las sustancias extractivas; el lustre es natural, pero puede ser artificial si se aplican sustancias como el barniz, lacas etc., la diferencia será que el brillo natural está en toda la madera y a nivel profundo y el lustre artificial solo aparecerá en la superficie. Un ejemplo de maderas lustrosas son los abetos, fresnos y álamos.

f) La durabilidad se refiere a la capacidad de la madera para resistir la putrefacción, sin usar sustancias preservadoras.

g) La figura, veteado o dibujo, son términos sinónimos que se refieren al aspecto que presenta la superficie longitudinal de la madera el cual es de forma heterogénea; la figura es el resultado de la combinación de algunas de las características anteriores y sobre todo del tipo de corte y aserrado de la madera o también puede ser por el crecimiento anormal del árbol o por algún tratamiento o efecto de hongos. Por esta característica la madera es buscada para la fabricación de muebles, páneles y naturalmente para realizar artesanías y esculturas. Puede ser lisa, suave, pronunciada, bandeada, jaspeada o de arcos superpuestos.²⁰

2.3.2. PROPIEDADES FÍSICAS

Las propiedades físicas son aquellas que pueden determinarse sin cambiar la integridad del material, ni su composición química; son de mucha importancia, debido a que de ellas depende el comportamiento futuro de la madera, así como la aparición de defectos.

La madera es un material anisotrópico, lo que significa que sus propiedades son diferentes en intensidad según el plano de su estructura de que se trate. La estructura de la madera, presenta tres ejes, perpendiculares entre sí: 1) longitudinal paralelo al eje del árbol, 2) transversal, de la médula a la

¹⁹Barajas op. cit.

²⁰dem.

corteza y 3) tangencial, que forma una tangente a los anillos de crecimiento anual.

La intersección de los ejes, forman los planos de la madera: el longitudinal, el transversal y el tangencial; en cada uno la apariencia y propiedades llega a ser distinta.²¹

a) La densidad o peso volumétrico (peso/unidad de volumen, g/cm³, kg/m³) de la madera, es medida en condiciones reales de uso; la densidad varía según el contenido de humedad y la cantidad de material leñoso de cada especie, incluso según la parte del fuste donde se mida, generalmente la parte inferior es más densa que la superior.

La densidad llega a variar de 100 kg/m³ en maderas ligeras a 1 000 kg/m³ en maderas pesadas.

En algunos casos, como las coníferas de rápido crecimiento, la densidad es menor; por el contrario los árboles de lento crecimiento y mayor longevidad son más pesados y por tanto más densos.²²

b) El contenido de humedad (C.H.) es el peso del agua contenida en la madera, expresada en porcentaje, con respecto al peso de la madera en estado anhidro, es decir, completamente seca.²³

La humedad influye en la resistencia mecánica, en la rigidez, en la abrasión, en la dureza, en la respuesta a herramientas, al ataque de hongos, al secado, y a la impregnación de acabados, entre otros. El C.H. del árbol recién derribado, varía según la especie, la albura, el duramen, el sitio, edad y época del año en que se corte.²⁴

El C.H. puede ser desde 0% para madera secada en horno y en el caso contrario, al momento de cortar un árbol, éste puede tener hasta un 200% de humedad; en la albura se puede encontrar desde 44% hasta 249% y en

²¹Fuentes, Salinas. **Apuntes para el Curso de Tecnología de la Madera.** Universidad Autónoma de Chapingo, pág. 33-36.

²²Idem.

²³Echenique op. cit. pág. 61-78

²⁴Idem.

el duramen de 33% a 98%; misma que se va perdiendo al iniciarse el proceso de secado; también varía de acuerdo a la humedad relativa del medio ambiente, donde se encuentra.

La madera es un material higroscópico, es decir gana o pierde humedad, debido a que la celulosa y hemicelulosa son moléculas higroscópicas, lo cual se refuerza con la porosidad y capilaridad del material.

El agua se encuentra entre los espacios intercelulares y en los huecos de las células, llamada agua libre, en estado líquido y en menor medida en vapor de agua; también existen moléculas de agua formando parte de las cadenas de celulosa, llamada agua fija.

Cuando se inicia un proceso de secado en la madera, se va removiendo y perdiendo el agua libre, hasta que sólo queda el agua fija, en ese momento al C.H. se le conoce como punto de saturación de la fibra (PSF), el cual es en promedio un C.H. del 30 %. La madera verde es aquella que tiene un C.H. igual o mayor al PSF.

Las características de la madera varían según el C.H.:

1. El volumen disminuye al secarse la madera y por tanto aumenta la densidad.
2. Gana o pierde humedad, lo cual provoca un cambio volumétrico o dimensional que puede disminuir la resistencia.
3. Un alto C.H. favorece la proliferación de hongos, que posteriormente afecta la durabilidad.
4. La pérdida de humedad por debajo del PSF, provoca la aparición de defectos, como se verá más adelante.

El C.H. se estabiliza al colocar la madera en un espacio con temperatura y humedad relativa constantes, a fin de que la madera alcance un equilibrio; en la ciudad de México la humedad relativa es en promedio 13% + ó - 4%, dependiendo del lugar y estación del año. Por consiguiente el C.H. de la madera que pretenda usarse en escultura debe acercarse al C.H. en equilibrio.

Lo anterior significa que debemos tomar en cuenta el comportamiento

higroscópico de la madera en diferentes estados de la república, además de dar un mejor acabado a la madera para reducir la higroscópica.²⁵ (ver apéndice)

c) La temperatura que tiene la madera puede aumentar o disminuir si es expuesta al medio, lo que provoca dos comportamientos :

Primero, se produce un cambio dimensional, poco significativo que se conoce como coeficiente de dilatación.

Segundo, la madera es considerablemente menos eficaz que los demás materiales para la conducción de calor, por esto se considera como aislante. La rapidez con que fluye el calor, depende de la densidad, el C.H. y la estructura celular; se ha encontrado que las maderas ligeras tienen mayor conductividad que las pesadas.

d) Propiedades eléctricas, que hacen de la madera un aislante de la corriente, en estado anhidro.

e) Las propiedades acústicas permiten absorber y aislar el sonido, por lo que la madera es importante en la arquitectura y la música.²⁶

2.3.3. PROPIEDADES MECÁNICAS

Estas propiedades son el resultado de la aplicación de esfuerzos en la madera, en la medida que aumenta la intensidad se provoca una deformación proporcional a la fuerza aplicada en el material, pero que al cesar, la madera recobra su estado inicial.

Son criterios importantes para el uso de madera que requiere de estas propiedades como la fabricación de muebles, artículos deportivos y estructuras. Dependen de la cantidad de material leñoso, mientras más abundante es, mayor será la resistencia a los esfuerzos.

Es importante señalar que estas propiedades van a ser diferentes en cada plano de la madera :

²⁵Idem pág. 7

²⁶Robles op. cit.

a) **Elasticidad:** a la madera se le puede aplicar una fuerza en cualquier dirección para ser deformada, en el momento de dejar de aplicar tal fuerza, puede volver a tomar su posición original, lo anterior se conoce como elasticidad. Esta propiedad es mayor en la base del árbol y es menor si la madera es más seca.

b) **Tenacidad:** propiedad que permite a la madera oponerse a las fuerzas que tratan de deformarla; las maderas más pesadas son más tenaces que las ligeras, la tenacidad disminuye con el frío.

c) **Curvatura:** cuando se necesiten piezas curvas de madera, sin que se vayan a trozar o cuando se quiera enderezar piezas, es posible lograrlo, si se calienta la madera en toda su extensión e inmediatamente se humedece con el fin de ablandarla y de aumentar su densidad para después darle la forma que se desee.

d) **Resistencia a diferentes fuerzas,** que son aplicadas a la madera en uso:

1. **Bajo tensión,** la madera es más resistente en el plano longitudinal siendo las coníferas las más resistentes.

2. **Compresión,** la madera puede ser comprimida hasta cierto punto, lo cual depende del C.H. y la densidad.

3. **La elasticidad** permite resistir niveles de flexión.

4. **La resistencia a la torsión,** es mayor en el plano transversal, se puede torcer la madera hasta cierto punto.

e) **La dureza:** depende de la pared celular, la cual puede ser blanda, mediana o dura; varía según la parte del árbol. Se usa para medir la resistencia de la madera a ser marcada y para cuantificar la capacidad de resistir raspaduras y la abrasión.

La dureza de la madera se puede medir y comparar con la aplicación de la prueba de janka ; que consiste en medir la fuerza en kg, que se requiere para penetrar la superficie con una esfera de acero de .444 pulgadas a una profundidad de .111 pulgadas. La dureza es mayor en el plano transversal en comparación con los planos axial y tangencial; maderas con un C.H. del 12 % tienen una dureza de 100 a 550 kg.

f) La resistencia a la hendidura se refiere a la resistencia que tiene la madera a ser rajada en sentido longitudinal por cuñas o clavos, es mayor en el plano longitudinal y se observa al medir la acción de éstos en la madera.²⁷

2.4. CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS

Es difícil clasificar la gran cantidad de maderas en base a características comunes ; sin embargo en la literatura la clasificación que existe está basada en el uso de maderas del orden de coníferas que generalmente eran blandas y por otra parte, en el uso de maderas duras de frondosas o latifoliadas; existen también maderas duras en coníferas y maderas blandas en latifoliadas.

a) Las maderas blandas son aquellas que provienen de árboles de coníferas, como los pinos, cedros y abetos cuyas características son : tienen hojas aciculares en forma de agujas y sobre todo semillas aladas y desnudas, de climas templados; la madera es considerada como no porosa debido a que sus células son las llamadas traqueidas; presentan anillos de crecimiento muy pronunciados; son árboles poco ramificados, de tronco monopódico y de crecimiento homogéneo; pertenecen a las plantas llamadas gimnospermas.

b) Las maderas duras provienen de los árboles de latifoliadas y ramificados, que crecen en compañía de diversas especies, generalmente de climas tropicales, llamados angiospermas por tener semillas protegidas y envueltas en el fruto; la madera está constituida por fibras y/o vasos, lo que le da una superficie porosa; también existen maderas muy duras como las llamadas tropicales comunes. Algunas presentan vasos abiertos y fibras gruesas, lo que da un tejido celular flojo , liviano y blando.²⁸

2.5. NORMATIVIDAD PARA APROVECHAR LOS BOSQUES MADERABLES

Existe en el país la ley forestal, la ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente así como diversos reglamentos y normas técnicas

²⁷Echenique op. cit.

²⁸Entrevista directa

que regulan el aprovechamiento de los bosques para obtener madera en forma racional, sin perjuicio a la naturaleza y con prácticas de conservación y restauración del recurso. La madera para escultura se puede obtener en algunos sitios donde se comercializa, desde los aserraderos ubicados en el bosque o fuera de él y en las madererías, esto depende del tipo de proyecto; si se requiere madera en rollo de alguna clase en particular se debe hacer contacto con los dueños de los aprovechamientos forestales debidamente acreditados y permitidos por las autoridades para no caer en actos ilícitos y de depredación del bosque; de esta manera se puede obtener prácticamente cualquier tipo de madera; sin embargo el costo es elevado y éste sólo se compensa con el resultado de la obra.(ver apéndice)²⁹

²⁹Ley Forestal. edit Porrúa, México 1994. pág. 6-10.

CAPÍTULO TERCERO

PROCESOS FÍSICOS-BIOLÓGICOS Y DE CONSERVACIÓN DE LA MADERA

3.1 ESTABILIDAD DIMENSIONAL

La madera en estado verde es muy estable en sus dimensiones, por que no pierde ni gana humedad. Al iniciarse el secado natural o artificial, la madera comienza a cambiar en cuanto a su volumen; a partir de la pérdida de humedad por debajo del PSF se contrae, por el contrario, si vuelve a absorber agua, se expande. Lo anterior se entiende como una disminución o incremento, respectivamente, de las dimensiones de la madera por unidad de volumen.³⁰

El cambio total que podría experimentar la madera, sería en caso de pasar de un estado verde a un estado anhidro, estos cambios son diferentes en cada plano:

longitudinal	menor al 1%
tangencial	de 3.5 a 15 %
transversal	de 2.5 a 11 %
el volumen	de 6 a 15 %

El cambio dimensional está estrechamente ligado a la higroscópicidad de la madera, como dijimos antes, la madera pierde o gana humedad según la humedad relativa del medio ambiente; si pierde agua por debajo del PSF, el volumen disminuye y se encoge, es decir se contrae, por el contrario si gana humedad por estar en un lugar húmedo mayor al de la madera, ésta se hincha y aumenta de volumen; ambos efectos provocan rajaduras y/o grietas.

Para entender mejor el comportamiento higroscópico, tomemos en cuenta que la células que forman la madera tienen cada una tres capas en la pared celular, de éstas, la intermedia es la más gruesa y por esa razón contiene más agua, además las microfibrillas de la capa en mención, se orientan casi en forma paralela al eje longitudinal. Por otra parte, recordemos que

³⁰Echenique op.cit.

durante el proceso de secado la madera sufre cambios dimensionales cuando el C.H. baja del PSF; el agua que empieza a perderse a partir de este punto se encuentra separando las cadenas de celulosa que forman las microfibrillas; de manera que obliga a que las moléculas de celulosa se junten, provocando una contracción en la superficie y por lo tanto, la aparición de grietas. Cuando absorbe agua, ésta separa las moléculas de celulosa y provoca que la madera se hinche. Ambos efectos en el eje longitudinal, coinciden con la orientación de las microfibrillas de la capa intermedia, pero la contracción y dilatación es en forma perpendicular a ellas.³¹

El cambio dimensional se expresa en porcentaje:

El volumen inicial menos el volumen final, el resultado se divide entre el inicial y se multiplica por 100.

Por lo general los cambios en las dimensiones son proporcionales a la cantidad de agua que se pierde o se gana.

El cambio dimensional se presenta cuando la madera pierde humedad por debajo del PSF, esto se debe a la influencia de diversos factores ; por lo mismo, es importante saber cómo actúan para poderlos manejar convenientemente:

1) Densidad de la madera: cuando es alta, se tiene más sustancia fibrosa por unidad de volumen y por tanto más paredes celulares y sitios de moléculas de agua. Por esta razón son mayores los cambios, es decir, entre mayor es la densidad, mayor es el cambio.

2) Los extractivos que contiene la madera, actúan como rellenos del hueco de cada célula, cuando se pierde agua, éstas sustancias la sustituyen, por lo tanto las maderas con alto contenido de extractivos tienen menor contracción volumétrica.³²

³¹ídem.

³²Barajas Morales, Josefina y Ramón E-M. **La Madera en la Artesanía.** revista Naturaleza núm. especial DIC. 1973, pág.45

Para reducir los cambios dimensionales que a su vez provocan defectos, como se verá más adelante, existen algunos procedimientos y tratamientos para la madera, que aún cuando no resuelve en su totalidad el problema, sí se logra disminuirlo:

1) La disminución de la higroscópicidad, se logra mediante la aplicación de reactivos de acetil que impiden la pérdida o ganancia de humedad en la madera, en un 50% y las contracciones varían de un 60 a 70% de lo normal, pero es de elevado costo económico y difícil manejo.

2) Mediante el calentamiento de la madera es posible perder agua y degradar polisacáridos, los cuales se sustituyen por otros polímeros menos higroscópicos; para éste tratamiento se requiere equipo especializado.

3) Los recubrimientos exteriores, no son del todo adherentes y permanentes, pero sí reducen la expansión y la contracción, de manera temporal, al retardar la adsorción de la humedad relativa.

4) El método más fácil de aplicación y de mejores resultados es : rellenar los espacios vacíos de las células con polietilenglicol (PEG), de peso molecular mayor o igual a 1000, que reemplaza el agua por completo en las paredes celulares, como se verá más adelante.³³

El PEG, polímero del glicol, es un plástico soluble en agua a una temperatura promedio de 30 grados centígrados; cuyo nombre comercial es el pluracol e-1500 (ver la hoja de datos en el apéndice).

El PEG puede reducir los cambios dimensionales de un 75% a 90% siempre y cuando se logren retenciones de 25 a 30 %. El procedimiento de aplicación consiste y se basa en el principio de sustitución del agua de la madera por una sustancia sólida, no volátil, de estructura similar. El PEG penetra en la madera por difusión y se instala principalmente en el lumen y paredes celulares de las fibras; posteriormente al bajar la temperatura, se solidifica permaneciendo en el mismo lugar, lo cual provoca que la madera guarde una condición parcial de hinchamiento de manera permanente, que evita las contracciones y por lo tanto adquiere estabilidad dimensional.

³³Echenique op.cit.

3.2. EL SECADO DE LA MADERA

Al momento de cortar un árbol para obtener madera, el fuste contiene agua dentro de las fibras, la cual debe ser extraída de manera adecuada con el fin de evitar y/o disminuir varios procesos, tales como el cambio dimensional y la aparición de defectos. Para esto se requiere secar la madera hasta un contenido de humedad, cercano o igual a la del medio ambiente donde estará, lo que se conoce como Contenido de Humedad en Equilibrio (C.H.E.); por ejemplo para el caso de los muebles, juguetes, instrumentos musicales y esculturas el C.H.E. va de 10 a 12 % (ver apéndice)

Las ventajas del secado adecuado, son entre otras las siguientes:

- a) Proporciona estabilidad dimensional en la madera, sobre todo si se deja un C. H. similar al del lugar donde se usará; son pocos los cambios que se presentan, incluso disminuyen los defectos.
- b) Aumenta la resistencia mecánica de la madera limpia de defectos y también se incrementa la propiedad como material aislante.
- c) Aumenta la resistencia al ataque de hongos y a la pudrición, problema que se presenta por arriba del 20% de humedad; la mayoría de los insectos que se alimentan de la madera, lo hacen con humedades superiores al 10%.
- d) La madera seca permite un mejor tratamiento con preservadores y acabados.

La madera no se seca uniformemente: esto ocasiona esfuerzos internos y cambio en las dimensiones, lo que a su vez provoca la aparición de grietas en la superficie, rajaduras en los extremos y colapsos en el centro. De ahí que el secado debe ser controlado para evitar y disminuir estos defectos.

Hay dos formas de secar la madera aserrada y tableada de medidas standard y comerciales: al aire libre y el estufado; la selección depende de la cantidad de madera a secar y del costo del secado; por otro lado existen métodos de secado acordes con la escultura en formatos relativamente medianos, que requiere madera en rollo. El método recomendable es el secado al aire libre a temperatura del medio ambiente: se selecciona el árbol un mes antes de cortarlo, se descorteza la parte inferior; el derribe debe ser en época calurosa y seca; los trozos deben ser de longitudes

cortas y dejar las ramas y hojas; exponerlos al medio, pero protegerlos del sol directo; este método sólo disminuye la aparición de rajaduras.³⁴

El secado de la madera en estufas con temperaturas y ventilación controlada es usado para secar madera aserrada en grandes cantidades con esta técnica se logra un secado con un C.H. previamente determinado.

El agua dentro de la madera es casi pura y se encuentra en su mayor parte en estado líquido, sobre todo se mueve transversalmente de fibra en fibra, hasta la superficie exterior. En el secado, la temperatura hace que el agua salga en forma de vapor.

El volumen de agua que se pierde es el volumen que se contrae. La velocidad del secado es diferente en cada una de las partes, por ejemplo, en la albura que tiene más agua, se seca más rápido que el duramen; el secado es más rápido a lo largo, que en los planos tangencial y transversal; las maderas blandas se secan más rápido que las duras.

Si el secado se realiza correctamente, la madera no requerirá aditamentos. Por el contrario si la madera no tiene un secado adecuado se pueden causar defectos irreparables.³⁵

3.3. DEFECTOS

Convencionalmente un defecto es cualquier irregularidad que desfavorece la apariencia, resistencia y durabilidad de la parte utilizable de la madera.

Un defecto es una característica "esencialmente" indeseable del árbol o bien es producto de los procesos a que es sometida la madera por ejemplo durante los procesos de secado. Estéticamente son valores intrínsecos del propio lenguaje del material y pueden o no ser aprovechados y valorados artística y conceptualmente.

Dentro de las causas de los defectos en la madera, tenemos:

a) Condiciones de crecimiento o defectos naturales:

³⁴ídem.

³⁵ídem.

1. **Nudos:** es la parte de la rama que permaneció en el tronco, puede ser fijo si la rama estaba viva y flojo si la rama estaba muerta, alrededor de estos se forman grietas al momento de secarse, también se disminuye su resistencia y se desvía el hilo.

2. **Madera de reacción:** se debe al crecimiento inclinado del árbol, el cual provoca que una parte de la madera tenga características distintas; al momento del secado se agrieta y se alabea. Por ser común, se puede considerar como normal.

3. **Bolsas de resina:** de manera natural algunos árboles, como los pinos, contienen resinas entre los anillos de crecimiento, que al calor fluye, mancha y no permite la aplicación de barniz o pintura. En el secado con estufa, la resina se cristaliza y por ende se elimina el defecto.

4. **Esfuerzos,** durante el crecimiento se pueden crear esfuerzos internos que dan origen a rajaduras anulares entre los anillos de crecimiento o radiales de la médula a la corteza.³⁶

b) Por el proceso de secado y transformación.

Los defectos durante el proceso de secado: se deben a la utilización de elevadas temperaturas en períodos cortos, sobre todo si la madera está verde; tomando en cuenta lo anterior, algunos defectos pueden ser evitados con un adecuado secado, sin embargo una vez que se presentan, no se pueden corregir;

Los esfuerzos internos, las tensiones y compresiones originadas en los distintos planos, son las principales causas de la aparición de defectos, la intensidad de éstos varía según la densidad. Se ha observado que en maderas duras de densidades similares a las blandas, la contracción y expansión es mayor, debido al bajo contenido de lignina en las primeras, además de presentar un menor cambio dimensional.³⁷

Los defectos por secado son:

1. **Grietas y rajaduras:** son separaciones a lo largo de la fibra, casi de

³⁶ídem.

³⁷ídem

extremo a extremo, se observan en madera aserrada o en rollo y pueden ser anulares, radiales o en forma de estrella, la diferencia consiste en que las grietas son sólo rayas, en cambio las rajaduras son aberturas de diferente longitud de las grietas.

2. Hendidura: son pequeñas fisuras vistas como una separación a lo largo de la fibra, pero sobre la superficie del tronco en la madera aserrada, pueden eliminarse con una cepillada.

Ambos defectos se producen durante el secado y se deben a la diferencia entre las contracciones de las tres direcciones; estas diferencias se presentan cuando el secado es heterogéneo : primero empieza en la superficie, lo cual provoca una contracción ; en el centro se produce una tensión por la humedad y viene la separación.

3. Apanamiento: se observa en los extremos o en cortes transversales, como cavidades o fisuras que se forman por la separación perpendicular de las fibras, debido a que el esfuerzo de tensión es mayor a lo que puede resistir la fibra.

4. Colapso: se presenta cuando la fibra se aplasta o se colapsa en forma irregular dando una apariencia de superficie corrugada, como consecuencia de este defecto desaparece la resistencia. El defecto se produce, sobre todo cuando la madera contiene elevado C.H. y éste se extrae con elevadas temperaturas en la estufa.

5. Alabeos: son distintos tipos de deformaciones que se presentan durante el curado o secado, debido a las diferentes contracciones en la dirección de la fibra de la madera aserrada, tableada, y eventualmente en madera en rollo, tenemos por ejemplo:

a) De canto: los cantos se desvían con respecto a una línea recta.

b) Arqueo: la madera se curva en dirección longitudinal.

c) Acanalamiento: curva en sentido transversal.

d) Espiralado: cuando las cuatro esquinas de una tabla no quedan en el mismo plano.

e) Ovalamiento: cuando el C.H. es mayor al 35% y la madera es circular, al secarse adopta la forma de elipse.

f) Localizado: la distorsión se presenta en una porción de la pieza.

g) Adiamantado: se presenta en piezas cuadradas, que al secarse toman la forma de rombo.

6. Esfuerzos durante el secado, se inician en la superficie, provocando una contracción y una tensión simultáneas, mientras que en el interior permanece sin cambio y con alto contenido de humedad, cuando ésta empieza a perderse, se produce entonces una contracción opuesta a la tensión superficial, lo cual se conoce como efecto de "case-hardening"³⁸ y provoca dos fallas:

a) Hendiduras en la porción central y

b) Alabeos durante el aserrado : defecto más frecuente en la madera en rollo, por lo tanto son las grietas que más conoce el escultor.

3.4. ATAQUE DE HONGOS E INSECTOS

Por la naturaleza orgánica de la madera, ésta es susceptible de deteriorarse por la acción de diferentes organismos:

a) Hongos, son parásitos que necesitan humedad, oxígeno, temperatura y óptimo ph, para alimentarse de lignina y celulosa de la madera ; si alguno de estos factores no se encuentra en condiciones para los hongos, éstos no se presentan. Los daños pueden ser de tres tipos:

1. Manchado: inicia durante el proceso de secado, sobre todo en coníferas, se localiza en la albura y generalmente es de color azul.

2. Pudrición: causada por algunos hongos que se alimentan de la madera, pueden provocar grietas y cambiar la coloración y en ocasiones llegan a destruirla.

3. Enmohecimiento, el cual se distingue por el cambio de coloración en la superficie de la madera.

³⁸ ídem

b) Insectos: como las termitas o polillas, las cuales se alimentan de la madera en condiciones de alta humedad; de ahí que algunas especies no resisten el secado; el daño se identifica como hoyuelos y galerías de diferentes diámetros.

También existen organismos que afectan a la madera que está en contacto con el agua de mar, llamados taladradores marinos, los que provocan severos daños en el material, se encuentran en todos los mares y pueden ser moluscos o crustáceos parecidos a los gusanos o lombrices y de tamaño milimétrico.³⁹

3.5. DAÑOS POR EFECTO DEL INTEMPERISMO

La madera expuesta al medio ambiente sin protección de algún acabado, se vuelve áspera, corrugada, cambia de color; además aparecen grietas, que pueden crecer con el tiempo; todo debido a la combinación de la luz, agua, viento y calor lo cual se conoce como intemperismo.⁴⁰

3.6. TRATAMIENTO, CONSERVACIÓN Y ACABADO DE LA MADERA

La madera es un material susceptible de deteriorarse con el tiempo; debido a que su composición orgánica es atacada por hongos e insectos, y por el conjunto de los efectos del intemperismo, dentro de éstos, el más importante es la humedad, que se absorbe o se elimina, dando origen a defectos, tal como se ha mencionado.

Las obras escultóricas realizadas en el pasado, casi en su totalidad se han perdido, ya sea por deterioro ambiental o por ataques de organismos. Sin embargo desde la antigüedad se intentaba contrarrestar y prevenir los defectos, seleccionando maderas resistentes, o bien acondicionándolas y tratándolas con sustancias protectoras, como el baño de esencias y el recubrimiento de betún que es un tipo de grasa natural.

En la actualidad existen técnicas preventivas y tratamientos de preservación adecuadas para lograr que la madera dure por mucho tiempo.

³⁹ídem.

⁴⁰ídem.

3.6.1. DURACIÓN NATURAL

Como se mencionó anteriormente, el duramen, según sea la especie forestal, puede estar impregnado por sustancias en diferentes proporciones, tales como resinas, taninos y otros compuestos, las cuales oscurecen el color y aumentan la duración de madera, sobre todo contra organismos xilófagos. Se acepta que los extractivos del duramen de árboles jóvenes son menos abundantes y por eso hay menos toxicidad, en comparación con los árboles maduros.

También se sabe que en árboles con más de cincuenta años, el duramen ubicado hacia la médula se pudre con mayor facilidad, debido a la pérdida de los extractivos; lo anterior ha sido comprobado por comunidades madereras y carpinteros, para evitarlo usan maderas resistentes tales como:

- barí (*Calophyllum brasiliense*)
- cedro rojo (*Cedrela odorata*)
- gateado (*Astronium graveolens*)
- machiche (*Lonchocarpus castilloi*)⁴¹

3.6.2. PROTECCIÓN DE LA MADERA

La protección de la madera contra ataque de insectos y hongos se logra con la impregnación total o parcial de sustancias tóxicas, llamadas preservadores, ya sea para evitar que penetren o para eliminarlos, una vez que están alojados dentro de la madera.

Se requiere que la madera absorba el tóxico en cantidad suficiente; también se necesita que la sustancia penetre, de manera que se tenga una capa tóxica que proteja al material, de los organismos xilófagos que se alimentan de madera; por otra parte es importante que las sustancias tóxicas líquidas o sólidas sean retenidas por el tiempo que sea necesario.

Las sustancias preservadoras pueden ser de uso general o restringido, depende de la pieza, del uso y de las condiciones a las que estará expuesta, debido a que algunas sustancias provocan daños a la salud.

⁴¹Robles op. cit.

Los preservadores, por su composición química, son solubles en los líquidos de los organismos, lo que provoca su envenenamiento, otros sólo los repelen.

En el mercado hay varios tipos de preservadores:

1. Los oleosos: el más común es la creosota, obtenida por destilación del alquitrán, subproducto del coque o carbón mineral; la creosota es un aceite oscuro, eficaz contra los hongos, insectos y taladradores marinos, tiende a evitar rajaduras; es usado para tratar madera expuesta al intemperismo, se aplica por lo general mediante el baño caliente-frío, por inmersión, y por aspersión o con brocha.

2. Los oleosolubles: el más usado es el pentaclorofenol, altamente tóxico para los insectos y otros organismos, incluyendo al hombre y al medio ambiente; por lo mismo su uso es muy limitado por falta de otros productos, anteriormente se usaba en ebanistería, actualmente su uso está prohibido.

3. Los inorgánicos: son compuestos solubles en agua, la madera tratada debe estar seca, para una mayor penetración, por ejemplo las sales de boro se usan para madera verde por el método de difusión, de baja toxicidad para humanos.

La absorción, penetración y retención dependerán del tipo de madera, de sus características, del contenido de humedad y del método de protección.

En la aplicación de las sustancias preservadoras es necesario considerar la porosidad, la proporción de la albura y el duramen, ya que la absorción es mayor y más uniforme en la primera. La humedad es el medio para que la sustancia protectora penetre y se difunda en la superficie de la madera; es preciso que la madera esté completamente seca, para cuando se utilice el método de la inmersión, sin embargo, cuando se usa madera verde el método de difusión presenta resultados más favorables en cuanto a tiempo de tratamiento.

La naturaleza de los protectores influye en la profundidad de la penetración, los orgánicos por su viscosidad penetran más que los hidrosolubles.⁴²

⁴²Torres, Juan. **Ventajas de la Difusión en la Conservación de la Madera.** folleto del Ministerio de Agricultura, Madrid, España. 1966, pág. 5-11

Los métodos para aplicar los preservadores, de fácil acceso y de bajo costo son:

a) Brocha y aspersión, son muy efectivos para que las sustancias penetren en el plano longitudinal, hasta 2 cm, la madera debe estar limpia y seca para obtener mejores resultados.

b) La inmersión, consiste en colocar la pieza en una solución preservadora durante un tiempo predeterminado, la eficacia depende del tiempo de permanencia en la solución y de la permeabilidad de la madera; el método no es eficaz si el CH es superior al PSF. La velocidad de la penetración, disminuye conforme avanza el tiempo del tratamiento.

c) Baño caliente y frío, en este método las sustancias preservadoras, penetran por la presión generada por los cambios de temperatura; se sumergen las piezas en la solución caliente, aproximadamente a los 85 grados centígrados, durante algún tiempo, que puede ser unas horas o dependiendo del tipo de madera y de la propia experiencia en trabajos anteriores. Posteriormente se colocan en una solución fría de 30 grados, en ese momento la madera absorbe la mayor cantidad. Este proceso se usa para aplicar creosota.

d) La difusión se usa para tratar madera verde, de árboles recién cortados o con C.H. arriba del 50%, con sustancias hidrosolubles; éstas se difunden del agua de la solución al agua de la madera, la cual es desplazada y sustituida, este método presenta tres variantes:

Primero. Difusión sencilla: se sumerge la madera en la solución, después se saca y se coloca en un lugar donde se cubre con plástico, durante 2 a 15 semanas, para evitar desecación, la difusión de la solución, se da de la superficie al interior de la pieza.

Segundo. Doble difusión: la madera se sumerge durante 15 días en la solución del preservador, después se vuelven a sumergir en otra solución de distinto material preservador, otros 15 días y así sucesivamente.

Tercero. Difusión por aplicación de pastas: la solución del preservador se aplica a la madera verde con una pasta, cubriéndola con papel para evitar la desecación.

El método de difusión es más eficaz que otros, sobre todo, en maderas poco permeables.

e) Desplazamiento de la savia o "desflemado": consiste en sumergir la pieza de madera verde en rolo totalmente o en su parte inferior en un tanque de agua o solución de preservador, la parte que queda expuesta al medio, empieza a secarse y la savia inferior se desplaza hacia arriba por la fuerza de capilaridad y es reemplazada por la solución que penetra por la parte transversal.

También existen métodos a presión, que se utilizan para cantidades industriales de madera, pero requieren de instalaciones y equipo especializados.⁴³

3.6.3. ACABADO

El acabado en la madera es un procedimiento que consiste en la aplicación de sustancias naturales o sintéticas con el fin de protegerla del polvo, de la luz, de la humedad y de algunos organismos como los hongos y pequeños insectos; también podemos decir que el acabado sirve para cubrir y enaltecer el material.

Existe una gran cantidad de materiales de acabado, que se agrupan en tres tipos, de acuerdo a su función:

Primero. Las sustancias que preparan la superficie de la madera tales como los tapaporos, que se restriegan en la madera con el fin de tapar los orificios, antes de aplicar otros recubrimientos y con esto se reduce la cantidad del barniz. Las masillas son materiales espesos y/o viscosos, hechas a base aceite, colas y también los hay sintéticos como el blanco de España; igualmente, las imprimaciones que son suspensiones de pigmentos o mezcla de éstos con un aglutinante que después de secarse forma una película homogénea opaca con buena adhesión a los barnices y pinturas.

Segundo. La sustancia principal, como los barnices, son soluciones de pelicológenos diluidos tanto en alcohol, thinner o aceites; después de aplicarse se secan y forman una película homogénea, dura y transparente

⁴³Echenique op. cit.

que preserve a la madera contra los efectos del medio ambiente. Por otro lado, tenemos a las pinturas, que son suspensiones de pigmentos con rellenos o cargas, que al secarse forman una película homogénea opaca y protectora. También existen los esmaltes, que son pigmentos con cargas de barniz y dan un acabado mate o satinado.

Tercero. Los materiales que sirven para ennoblecer la capa principal : pueden ser los selladores, los barnices de laca y los pulimentos, todos éstos materiales sirven para formar un recubrimiento uniforme y transparente con un brillo que acentúa la textura de la madera o los barnices y pinturas según sea el caso.⁴⁴

Existen otros materiales para dar acabado a la madera en forma de recubrimientos decorativos y protectores; elaborados a base de papel, resinas, telas, metales y combinaciones de todos ellos, pueden ser transparentes u opacos.

⁴⁴Grigoriev M.A. Estudio de Materiales para Ebanistas y Carpinteros. edit. Mir, Moscú, 1985, pág. 81-132

CAPÍTULO CUARTO CONCEPTO Y ELABORACIÓN DE LA ESCULTURA

4.1. ANTECEDENTES DE LA ESCULTURA EN MADERA

Desde el antiguo Oriente, Egipto, Grecia y en la Edad Media, la talla en madera coincidió con la búsqueda de valores figurativos, entendidos como la representación del hombre en su forma y tamaño natural, por ejemplo las esculturas de ébano encontradas en las tumbas de faraones del siglo V y IV a. de C.; las figuras pulidas llamadas xóanas, que representaban a los dioses en la Grecia antigua y la gran cantidad de esculturas religiosas de la Edad Media en Europa.⁴⁵

La talla fue acompañada de colores, por medio del policromado, aceptado como una necesidad de revestimiento, por tal motivo algunos autores consideraban a la talla en madera como un "híbrido" entre la pintura y la escultura, que sólo difunde valores adquiridos de otras técnicas y de otras artes.

Sin embargo, se piensa que el auge de la escultura en mármol blanco y bronce fue un momento de crisis del uso de la madera. La escultura en madera que alcanzó gran difusión y calidad en la antigüedad, se perdió casi completamente por la caducidad del material ante la acción del medio ambiente y la devastación de éste y otros elementos a través del tiempo.

A partir del inicio del presente siglo, la escultura estofada ha pasado a segundo plano y se ha dejado de lado el revestimiento de la madera con otros materiales, los escultores retomaron al material como tal y buscaron sus diversas posibilidades.⁴⁶

En este caso podemos hablar de Constantin Brancusi (1876-1957) cuya formación comenzó en una escuela de talla en madera, quien realizó una importante serie de obras escultóricas, por ejemplo la columna infinita, que

⁴⁵Guido Giubbini. *Las Técnicas Artísticas*. Madrid, España, 1990, pág.15-20.

⁴⁶Idem.

según él sólo la pudo hacer con madera, la consideraba como un material único, buscó su máxima expresión, además la usó como base de otras esculturas de metal y de mármol con el fin de contraponerlas⁴⁷.

Otro ejemplo, es el escultor inglés Henry Moore (1898-1996) cuya obra en madera es muy conocida, sobre todo sus figuras femeninas inclinadas. El artista considera que cada material tiene sus propias características, en particular los troncos que son como fluidos en transición, con dirección hacia arriba, lo que parece estar en un continuo movimiento.⁴⁸

4.2. LA ESCULTURA EN MADERA

En las artes la escultura tiene sus propios medios de expresión, particularmente la realizada en madera, que posee características y un lenguaje singular, que hace al material, distinto de otros; esto es precisamente, lo que como escultores se toma en cuenta para resolver una obra concebida previamente.

Para crear una obra en madera se consideran las siguientes premisas:

1. Significado y lenguaje del material: se considera que la madera contiene un lenguaje propio; que es un material orgánico ya que proviene de un organismo que tuvo vida, y que es cálido y noble, por esta razón se llega a establecer una relación muy profunda y cercana con el material y su especificidad.

Las características de la madera son las más apropiadas para expresar conceptos propios sobre todo los que tienen que ver con manifestaciones humanas, con los sentimientos o con vivencias y que no se podría expresar con otros materiales, como el metal, la piedra o el plástico.

Una propiedad encontrada en la madera, es que durante el proceso de la talla, se va "revelando" paulatinamente su estructura interna permitiendo manipular el material con facilidad una vez que se domina la técnica.

Otras características que definen el lenguaje de la madera son la consistencia o densidad, su maleabilidad y resistencia y otras que están implícitas y que por lo regular se consideran como secundarias (color, olor,

⁴⁷ Dumitresco e Istrati. **BRANCUSI N.Y. 1987, pág 36-38 .**

⁴⁸ INBA. **Esculturas y Dibujos de Henry Moore 1964**

sabor, brillo, figura etc.) sin embargo no se deben hacer a un lado por que pueden contribuir para reforzar el concepto en general.

2. Para entender y conocer la madera, es indispensable estudiar su estructura en sus dos diferentes niveles: el macro y microscópico, descritos anteriormente, por que la madera es un material que prácticamente tiene vida, tiene un comportamiento con el medio ambiente y con las personas que la usan, cualesquiera que sea su oficio; en este sentido la madera es un material con potencial -que aún no se agota- para la escultura.

3. Romper con el procedimiento tradicional para seleccionar la madera, requiere un costo de adquisición, que pudiera ser elevado, dependiendo del acceso al material, pero de igual manera se pueden conseguir trozas de madera muy preciada y exótica a bajo costo. Es importante considerar como una alternativa el ensamble de madera tableada y estufada que podrían dar resultados óptimos.

4. Por el número de especies arbóreas, tenemos una variada disponibilidad de maderas, por lo mismo, se requiere una investigación documental de sus características y sobre todo de buscar los contactos con proveedores acreditados.

5. Las características más importantes a tomar en cuenta, es la higroscópica del material, producto del contenido de humedad, de la densidad y fundamentalmente el tipo y cantidad de elementos que constituyen la madera.

6. Para poder lograr un manejo completo y correcto de la madera, es necesario relacionarse con los conocimientos científicos y tecnológicos referentes a dicho material.

4.3. PROBLEMAS EN EL USO DE LA MADERA

Considero que no es correcto clasificar dentro de la escultura o de cualquier otro arte, a la obra en términos de "primera, segunda y tercera categoría" o bien de "arte mayor y menor", sólo por el tipo de material y técnica que se haya usado.

En lo que sí estoy de acuerdo, es que existen formas de hacer arte y que el material que se utiliza tiene su lenguaje y sus problemas que le son intrínsecos.

A partir de la convivencia con otros escultores puedo distinguir dos grupos de acuerdo a la manera de cómo consideran la aparición de defectos en la madera. Por un lado están los escultores que tienen obra a base de madera y que manifiestan la aparición de grietas como un problema, como algo indeseable; sin embargo, al mismo tiempo le confieren distinto grado de defecto, es decir de "muy grave" a "inofensivo" o "superable". Esta característica es considerada como una restricción de la madera, y lo asocian con otras limitaciones como son: el tamaño del tronco, la disponibilidad de maderas y el efecto de la intemperie sobre el material.

Por otro lado, hay escultores que aprovechan los "defectos" como parte de la obra misma e incluso evidencian las grietas, efectos de polilla, etcétera. Esta característica la consideran como parte del lenguaje o naturaleza propia del material y por lo mismo no es una limitante.

El problema fundamental y muy generalizado es la falta de un conocimiento profundo de las características de la madera y de su comportamiento, que impide tanto un correcto manejo como también la posibilidad de prevenir la aparición de defectos, empero hay que reconocer que algunos defectos sólo se pueden disminuir, mediante algunos tratamientos. Por ejemplo el cambio dimensional en el proceso de secado, se reduce si usamos estufa con temperaturas y aire en cantidades adecuadas, recomendadas por el fabricante.

También es difícil acceder a maderas exóticas, de las cuales está reglamentada su explotación y en ocasiones las mismas autoridades no conocen dicha reglamentación. Aunado a esto tenemos el problema de la tala inmoderada e irracional y los incendios que destruyen el bosque. Todo lo anterior repercute en el costo de adquisición y en dificultades de disponibilidad.

Por otra parte la caducidad del material a través de largos períodos de tiempo, es un problema que hoy en día tiene solución, mediante diversos tratamientos, como los acabados y los preservadores, de los cuales, se cuenta con una amplia diversidad.⁴⁹

⁴⁹Ídem.

4.4. REFERENCIAS DE LA OBRA PERSONAL

Mi obra en madera consta de piezas elaboradas en el taller de la escuela, durante este período, he pasado por diferentes etapas reflejadas en cada una de las obras.

En un inicio, trataba cuestiones figurativas, según las formas de la madera en rollo, es decir el concepto estaba determinado por la forma del material.

Más adelante se dio un cambio; empecé a formular el concepto de lo que quería decir, para luego resolver qué forma y material utilizar. Para esto, me apoyé en la realización de cuatro proyectos:

El primer trabajo consistió en una caja de cristal, cuya superficie de la cara superior tenía una perforación en forma de cerradura; en el interior se colocó una pieza de madera con la forma de la cerradura, pero de mayor tamaño, dando la apariencia de que había entrado y más tarde crecido; en este caso lo primero que surgió fue la idea: provocar una sensación de atrapado y crecimiento con el paso del tiempo.

La obra titulada *El Meteorito* estuvo ligada a la anterior en cuanto al concepto: caer en un sitio, incrustarse y quedarse atrapado e inmóvil, se resolvió con una forma diferente, en el centro del tronco a punto de pudrirse se fijó un elemento en forma de huevo, la cual se diferencia del tronco por la forma, la textura y el tamaño, creando así un alto contraste de composición.

Se presentó un cambio en la manera de proceder; la de partir del concepto, a la forma y el material. Sin embargo el proceso es continuo y sigue en evolución.

El "arcoiris": tenía como objeto experimentar una forma que permitiera intuir un espacio virtual, que conecta dos piezas por debajo de la tierra. Se trata de una serie de polines policromados que forman dos bloques de base rectangular de 125 cm x 130 cm x 150 cm en forma de arco, colocadas una frente a la otra, a una distancia de 20 metros, para crear el espacio virtual.

"La caja": decidí resolver el concepto en una pieza de madera, con la forma de cubo de 18 pulgadas, que fuera muy exacto en sus dimensiones. Se

pintó de negro una de sus caras para mostrar un vacío, en donde el concepto de espacio es virtual. Sin embargo las grietas y rajaduras que fueron apareciendo, modificaron el concepto, por lo tanto considero que se pierde la sensación de espacio negativo.

Lo anterior me llevó a la reflexión de los defectos que se presentan en la madera y surgió la inquietud de búsqueda para poder evitarlos. Lo que me llevó a pensar en una obra de madera cuyo concepto incluyera un tratamiento para disminuir, evitar y provocar las grietas, hendiduras y rajaduras.

4.5. PROPUESTA DE LA OBRA LA ENTRADA

Como escultor tengo la necesidad de expresar mis ideas a través de la obra, en esta ocasión busqué realizar una escultura de múltiples piezas, con el propósito de experimentar diferentes manejos para cada una de ellas, que al mismo tiempo sirviera para probar la hipótesis del presente trabajo.

Pertenezco a la ciudad megalópolis de México D.F. y me encuentro inmerso en ella, lo que me permite conocer los espacios donde la población se reúne y se mueve; observo grandes tumultos de gente que va y viene de un lugar a otro, que presenta formas de vida complicadas, ricas en su manera de ser y actuar. Desde mi punto de vista se encuentran muy interesantes para hacer una propuesta plástica.

Ver las multitudes y pensar en ellas, como una forma de materia o sustancia, me muestran una enorme gama de posibilidades plásticas, de formas que me invitan a la valoración y recapitación de la vida, ésta a veces es agobiante y enajenante por la monotonía de lo cotidiano. Por largos periodos no nos percatamos de lo substancioso, que nos rodea y pasa inadvertido; sin embargo en algunas ocasiones es posible que valoremos y disfrutemos nuestro entorno.

Considero que las cosas se pueden ver desde otro punto de vista; podemos desafocar un todo y afocar un detalle para apreciar un cosmos del mismo. Por ejemplo de la "mancha" urbana que crece día a día, en forma explosiva, se puede ver sólo un aspecto. La apreciación se modifica en lo que se conoce como las horas "pico", donde la gente se concentra en algunos sitios, formando tumultos.

Experimento a diario las oleadas enormes de gente, que me invitan a reflexionar de ella y dentro de ella; tomo la actitud de estudiar mi interrelación con la gente, en conjunto y por separado, cómo camina y cambia segundo a segundo, la observo en el transporte urbano y su espacio, donde encuentro una mayor riqueza de formas y sustancia.

En el transporte urbano se junta una enorme masa de gente que vive en hogares periféricos a la ciudad y se mueve hacia el centro o viceversa. Todas las personas con una actitud aparente, tratando de ignorar la situación, pero a la vez permaneciendo a la expectativa, por los sucesos imprevistos.

También es en el transporte, donde se da y se permite el acercamiento de la gente que sin conocerse se tocan, se rozan, se empujan, soportan sus olores, sonidos y movimientos, hay miradas que se cruzan pero enseguida cambian de posición; se da también la tolerancia a ciertas actitudes que toma la gente.

En la multitud del transporte, ubico un momento, un segundo; lo documento para representarlo por medio de la escultura; se trata de una escena que cotidianamente sucede, la entrada de la gente a los vagones del convoy "metro", en la terminal o en cualquier otro punto.

Esta escena se observa, cuando en una parada terminal llega el vagón del "metro" y la gente se coloca frente a las puertas; de tal manera que se aprisionan y se empujan; algunas desisten y esperan otro vagón para intentar de nuevo abordarlo. De las personas que lograron entrar sólo algunas ganan un lugar para sentarse y viajar más cómodamente, ésta es la lucha cotidiana.

Una vez determinado el concepto decidí, resolverlo hacerlo en madera porque es el material que considero más idóneo para representar seres humanos, por su calidez en cuanto a textura y color, su organicidad, sobre todo por el hecho de que fue parte de un ser vivo, que para mí tiene más expresividad plástica.

Tratando de interpretar la figura humana, la representé mediante esferas moldeadas como en una situación de amontonamiento, que representa el momento de entrar. Cuando se abre una puerta, metafóricamente hablan-

do, las esferas son deformadas por sí mismas, ésto se muestra mediante las formas que les dí. El volumen de la gente se llega a ver como una masa compacta que pierde la forma en la aglomeración.

La forma esférica es el primer estadio de mis esculturas, la primera etapa, sin rectas; la idea de la forma es resultado de un proceso: al igual que un niño cuando dibuja un círculo, aún no domina el espacio bidimensional, después hace una bola de plastilina pero no domina el espacio tridimensional, hasta que su grado de desarrollo le permite ser consciente del concepto que le sugiere la forma. También tenemos que el hombre "primitivo" elaboró figuras redondas representando a mujeres con cabezas, vientres, senos y muslos, quizás en etapas de maternidad y como un primer estadio de la forma.⁵⁰

Considero que la esfera flota en el espacio y no es tan pesada como otras formas, como el cubo que es la más densa o compacta, sólida y estable que existe; en cambio, el triángulo o el tetraedro es agresivo y se dispara en todos los sentidos que indican sus vértices.

En la obra *La Entrada* los elementos volumétricos poseen, un recoveco, que representa la boca, que además marca una expresión de desagrado y disgusto; considero que es una de las partes del cuerpo de mayor expresión; no le quise poner ojos pensando que cuando viajan las personas no se percatan o no se integran a su entorno, es decir, no ven, no escuchan o pasan como desentendidos. Las ventanas funcionan como una válvula de escape por donde se desahoga la presión.

Las piezas están tratadas de diferente manera con la intención de crear diferentes valores, que dan origen a una personalidad y carácter, esto demuestra la diferencia entre los individuos. Aunque también se puede apreciar al ver la totalidad de ellos.

En esta escultura decidí utilizar formas de diferente tamaño, señalando la fuerza que se tiene al abordar un transporte, las personas más fuertes son las que dominan el terreno, ésto en la obra se marca por una ligera encimación de unas piezas sobre las más débiles; todas las piezas se ven deshumanizadas, sin contemplación a las demás.

⁵⁰ Arnheim. *Arte y percepción visual*. España. 1981. Pág. 235

En la composición traté de mostrar el "darwinismo social" donde sólo el más fuerte sobrevive; incorporé piezas más pequeñas, dejándolas al último; hay piezas medianas y ligeras que se ven más hábiles que las grandes y son más rápidas en abordar, en cambio las grandes son lentas y se tropiezan unas con otras pero son las que tienen más fuerza y ocasionan el atropellamiento de las de adelante. (Las piezas grandes son de una dimensión de 30 cm. x 65 cm. x 25 cm. aprox., las medianas de 25 cm. x 45 cm. x 25 cm. aprox., y las chicas de 30 cm. x 35 cm. x 30 cm. aprox.).

Algunas piezas, las primeras que entran, no tienen contacto entre sí, lo que me permite marcarlas mediante un hueco, para dar la sensación de molestia que les produjo el contacto con las de atrás, en el amontonamiento. Dejo que el espectador piense que la pieza tomará su forma esférica más adelante.

En la obra *La Entrada* existen otros elementos : se trata de las puertas formadas por dos piezas triangulares de madera ensamblada. Éstas, son prismas cuyos vértices verticales están redondeados, y uno de ellos pintado de color negro que sirve para marcar la puerta, este vértice marca dirección y guía la vista del observador. Los prismas triangulares están presentes en la obra por que son formas de origen agresivo, que tuve que aligerar, redondeándolos, así trato de que no molesten visualmente, además son piezas que rebasan a las esferas en tamaño, forma y color.

La posición de las esferas con respecto a los prismas, está dada por la línea negra, este vértice indica al espectador cuál es la entrada y cuál es la intención.

La intención es que el espectador valore su entorno y así tome elementos para su existir, o bien que se vea proyectado y haga uso de sus recuerdos, de sus propias experiencias y anécdotas.

En esta escultura marco una interpretación del transporte urbano, que es el tema o pretexto que estoy abordando para mi propuesta plástica.

Lo anterior quise plasmarlo en la escultura y de ahí el nombre de la obra que presento, y que fue motivo de estudio en esta ocasión, en donde expreso mi concepto y me proyecto al identificarme con uno de los individuos representados.

Es importante, pero no indispensable que el espectador, sepa el título de la obra, lo remitirá rápidamente a comprender el concepto y agilizará su lectura.

LA ENTRADA

talla en madera,
ensamble de 16 piezas
47 cm x 140 cm x 105 cm,
nov. de 1996.

El número de piezas se determinó según los tratamientos de cada una para representar una aglomeración; se enumeraron para facilitar la explicación y para el proceso técnico.

Las piezas de menor tamaño las coloqué en la parte anterior, debido a que pueden ser individuos de menor oportunidad, que fueron rezagados, de ahí su forma esférica; el tratamiento de algunas fue el secado al natural, sin embargo esto no influyó en su colocación.

En cuanto a las piezas uno y once que son de las más chicas, tenemos que la primera se colocó en la parte anterior y la segunda en el lado opuesto, debido a que representan individuos con poca oportunidad de abordar, la uno se encuentra rezagada, de ahí que su forma es casi esférica; las grietas que presentan no influyeron en su colocación.

La catorce por ser de tamaño mediano se colocó del lado opuesto a la once.

La dos se situó en el centro por ser una pieza mediana y con bastantes rajaduras, lo que le da una apariencia de ser un individuo rudo y de carácter fuerte.

La trece y la diez se ubicaron alrededor de las piezas más grandes, con la intención de lograr una distribución espacial más equilibrada visualmente.

La cuatro y la seis se colocaron en la parte anterior por ser de tamaño medio, representan individuos débiles ante la aglomeración y casi siempre quedan atrapados.

Las más grandes, siete y ocho, se ubicaron en el centro del grupo, a manera de que la unión que presentan se dejara ver totalmente para marcar aún más la dirección de las piezas.

La doce por sus profundas grietas se colocó en la parte posterior izquierda tratando que el espectador conduzca su vista hacia ella, y simbólicamente representa el esfuerzo sufrido al entrar.

La trece y la quince las ubiqué adelante del conjunto de las piezas, dejando ver que ya habían entrado, dándoles un carácter de unos individuos más experimentados con los tumultos del transporte, por lo tanto, con más capacidad para sobrevivir en el intento.

La dieciséis y la diecisiete se colocaron en los costados a manera de ser los límites y al mismo tiempo las barreras que aprisionan a las demás. Visualmente se crea un contraste con las otras.

4.6. SELECCIÓN DE LA MADERA

Las características de la madera están ligadas al tratamiento efectuado. Se escogió la madera de cedro rojo (*Cedrela odorata*) por ser de color, blanco rosáceo en la albura y castaño rojizo en el duramen; olor, agradable; sabor, amargo y picante; brillo mediano y veteado pronunciado; textura mediana, hilo recto y entrecruzado, con anillos de crecimiento marcados, además presenta una ligera tendencia al rajado durante el secado, sobre todo en estado de rollo.⁵¹

Es una madera que seca rápidamente y sólo entonces es muy estable; no es muy dura, ni pesada, se trabaja fácilmente y tiene una durabilidad aceptable; resiste el ataque de hongos e insectos debido a las sustancias de extractivos que contiene.⁵²

De las maderas tropicales, es junto con la caoba, la de mayor uso comercial y muy preciada por sus cualidades, es utilizada en la manufactura de muebles, instrumentos musicales, chapas, cajas y carpintería fina en interiores y muchos otros usos.

El árbol fue colectado en el predio propiedad de la cooperativa de carpinteros de Playa Vicente, municipio del mismo nombre en el estado de

⁵¹Pérez Olvera, Carmen. **Características Anatómicas del Cedro Rojo.**

⁵²Hugh op. cit.

Veracruz, ubicado en el extremo sur poniente. Tenía una altura aproximada de 25 metros y un diámetro a la altura del pecho de 80 centímetros, el árbol fue cortado para obtener madera aserrada y tableada conforme al reglamento correspondiente; sin embargo se contrató con los dueños la compra de la parte inferior del tronco: 3.75 metros aproximadamente, de donde se obtuvieron 15 trozas, de 25 centímetros cada una, las cuales fueron cubiertas en los planos transversal con pintura de secado rápido, con el fin de retardar la pérdida de humedad. Posteriormente se trasladaron a la ciudad de México; cabe mencionar que del corte al inicio del tratamiento, transcurrieron dos días.⁵³

4.7. TÉCNICA DE LA TALLA

La talla directa, consistió en desbastar cada una de las piezas, con la intención de obtener la forma esférica deseada, de acuerdo a la idea planteada (ver croquis y boceto):

1. Herramientas y materiales utilizados:

- Motosierra.
- Hacha
- Gubias y mazos
- Escofinas y limas
- Lijas gruesas, medianas y finas de esmeril.
- Lijas para madera del núm. 320 al 600
- Bruñidor.

Además se preparó y aplicó una pasta para el acabado final, compuesta por 150 gms de cera de abeja, 150 gms de cera de carnauba, 500 ml de gasolina blanca y 800 ml. de esencia de trementina o aguarrás destilado; la pasta se aplica con una franela de algodón e inmediatamente con otra franela se da la pulida hasta que la pieza adquiera el brillo deseado.

2. Tratamientos:

La primera parte consistió en la preparación del material para poder efectuar los diferentes tratamientos; inclusive la impregnación del PEG.

⁵³Barajas M.J. y Ramón E-M. **El PEG, Estabilizante Dimensional.** sobretiro de Biótica, INEREB, Xalapa, pág. 38-39

Considerando que los compuestos químicos que contiene la madera, son en muchos casos solubles en agua, catorce de las quince piezas obtenidas se mantuvieron inmersas en recipientes con agua fría, con el objeto de desplazar la sabia.

Previo a la inmersión se desprendió la corteza y se desbastaron parcialmente cada una de las piezas, a manera de tener menos volumen, lo que permitió mejor manejo. Cuatro de ellas, se escogieron para la impregnación del PEG.

Los recipientes con las piezas sumergidas en agua, estuvieron expuestos al sol durante dos semanas, cambiando periódicamente el líquido; tiempo que se consideró suficiente para "desfleamar", es decir, para extraer y eliminar la mayor cantidad posible de sustancias extractivas, que podrían haber impedido la penetración del PEG; cabe mencionar que desde el inicio, se formaba una nata gelatinosa y olorosa, que a los quince días fue casi nula.

La mayor parte de las piezas tienen del 60 al 90% de duramen y son de formato mediano, fueron enumeradas y tratadas en diferente forma, para luego realizar la obra escultórica:

a) Las piezas uno y once tienen un tamaño de mediano a chico, aproximadamente de 35 cm x 35 cm x 25 cm, la catorce es grande 40 cm x 30 cm x 25 cm; las tres con aproximadamente 60% de duramen; la principal variable del tratamiento fue el secado a la sombra, llevado a cabo después de la preparación y antes de la talla definitiva, como tradicionalmente se trabajan.

Una vez secas fueron talladas y desbastadas conforme al boceto, dando como resultado una clara variedad de rajaduras y grietas, tanto en tamaño como en profundidad y una distribución alrededor de la pieza.

b) La dos se descortezó desde el primer día de la preparación; no se sumergió en agua para desplazar sabia; se desbastó en verde a un tamaño mediano y se terminó la talla en el mismo estado de humedad, posteriormente se secó en el exterior sin que le diera el sol directamente. Lo anterior también es el tratamiento normal como se realizan las esculturas; en donde no se aplica otro proceso, en éste sentido el trabajo previo es mínimo.

c) La tres y la diez, después de prepararlas se dejaron a tamaño mediano con aproximadamente 60 % de duramen, después se sumergieron en una solución al 30% en peso de PEG, durante 60 días; al término de este lapso fueron secadas a la sombra y posteriormente talladas.

Con relación a la aplicación del polietilenglicol tenemos que éstas piezas presentan una clara disminución de grietas en comparación a las demás; incluso una de ellas aparentemente sin hendiduras; las pocas grietas que aparecen en la otra pieza, son alrededor de los pequeños nudos y de la médula. La impregnación del PEG se confirma con el aumento del peso final y en comparación con el resto.

La cinco y la nueve una vez preparadas se dejaron a un tamaño de mediano a chico, con 50% y 80% de duramen, respectivamente; después se sumergieron en la solución de PEG al 30% durante 30 días; posteriormente la primera se secó a la sombra y la segunda al sol directamente durante una semana, luego fueron talladas. Ésta última presenta grietas pequeñas y longitudinales en abundancia; por el contrario la que fue secada a la sombra, sólo presentó grietas alrededor de la médula.

Tanto las piezas de 30 como de 60 días con el tratamiento de PEG, de semejante tamaño y con alto porcentaje de duramen, no presentaron grietas por lo que es posible suponer la impregnación del PEG por el aumento del peso final, comparándolo con el peso del resto de las piezas.

d) La cuatro y seis, se prepararon y se dejaron de tamaño chico y mediano respectivamente, con 70% de duramen; se secaron a la sombra y en seguida se tallaron. Se obtuvieron piezas con grietas marcadas superficialmente, sin rajaduras.

f) La siete y ocho se descortezaron y se cortaron longitudinalmente por la mitad; fueron sumergidas en agua y secadas a la sombra; posteriormente se desbastó el plano del corte y se ensamblaron, después se tallaron hasta dejarlas de tamaño grande con 90% de duramen.

El corte se hizo para conseguir el cambio dimensional, conocido como adiamantado, para después cepillar ese cambio y ensamblarse con la finalidad de evitar grietas en la parte tangencial y opuesta al corte; resultó satisfactorio, en el sentido de que disminuyó la aparición de hendiduras, sobre todo en la número ocho, empero aparecen fisuras alrededor de la

médula. El cambio dimensional se comprueba con la aparición de un escalón a lo largo de la unión.

g) La doce se preparó y se efectuó un corte circular alrededor de la médula de un diámetro de 15 cm. para liberar la tensión interna, después se desbastó hasta tener un tamaño mediano con 80% de duramen y se sumergió en agua; el secado fue directo al sol, luego se realizó un ensamble en el orificio y se terminó de tallar. Presentó profundas y marcadas rajaduras en la albura y en dirección al duramen, probablemente porque el secado fue al sol; el orificio en el centro no logró evitar las grietas.

h) A la trece y la quince una vez preparadas se les hizo un corte longitudinal de la orilla a la médula para que abrieran y no provocaran rajaduras al rededor; se dejaron a un tamaño mediano. De 70% a 95% de duramen: se secaron a la sombra, fueron reparadas con una cuña y resanadas, después se les dio la forma final. Presentaron una abertura de 3 cm. lo que significa que la contracción y encogimiento se dieron sin la contraposición interna, por lo que suponemos que sí disminuyeron las grietas, pero no menos que las tratadas con PEG. Después aparecieron algunas grietas, sobre todo en el ensamble y médula.

i) Por separado se obtuvieron dos piezas adicionales, la dieciséis y diecisiete, de madera aserrada y estufada, proveniente de una maderería; la cual fue ensamblada hasta tener un cubo de 40 cm, después se hizo un corte desde ángulos opuestos y se les dio el acabado final. Presentan pequeñas fisuras alrededor de nudos y también se observa la aparición de escalones en los ensambles.

Se colocaron en los costados a manera de ser los límites y al mismo tiempo son las barreras que aprisionan a las demás ; visualmente generan un alto contraste.

CONCLUSIONES

a) Aspecto conceptual:

1. La obra escultórica es el resultado concreto de un proceso de reflexión que tuvo su origen en tres situaciones:

La primera consiste en la necesidad, como escultor, de buscar y elaborar propuestas; que no necesariamente tienen que plasmarse en una obra, sino que pueden quedar a nivel de proyecto, esto tiene que ver con propósitos muy internos, que se quieren expresar.

La segunda se refiere a obras y proyectos elaborados durante un período, que partió de una primera idea, se fue transformando en la medida de una mayor profundización en ella, hasta que se consolidó y se tuvo que concretizarse o tomar la decisión de dejarla en sólo una idea, para pasar a otra.

La tercera, es la vida cotidiana donde se conjugan la consciencia como individuo y la relación con los demás y el medio que nos rodea; en éste caso son vivencias muy personales e internas, por lo mismo surgen reflexiones en torno a ellas.

2. Plasmar la idea, entendida como la fase conceptual de la obra, requirió de una investigación técnica, importante por ser imprescindible, pero que es sólo el medio para llegar a la concreción de la obra, en este sentido se reafirma que la técnica se subordina al concepto.

3. La obra es una propuesta conceptual desde un punto de vista personal, sin embargo existen aspectos conceptuales que se encuentran encerrados en la obra misma y que visualmente no están claramente identificados. Me refiero a detalles de la totalidad de la problemática urbana y del proceso técnico, que se pretende estén implícitos en la significación que adquiere la obra en conjunto.

b) Aspecto técnico:

1. En la realización de esculturas en madera es común que el artista de acuerdo a su idea, necesite evitar, disminuir e incluso provocar la aparición

de defectos, tales como las grietas o rajaduras. En este caso el tratamiento, sustentado en el conocimiento de las características y comportamiento del material, permite obtener los resultados que el artista pretende y espera. Según los resultados obtenidos en la obra La Entrada podemos concluir que sí es posible disminuir la aparición de defectos como las grietas y hendiduras en la madera mediante manejo y tratamientos no tradicionales, como era el propósito inicial.

Evitarlos por completo requerirá mayor profundidad en el manejo de las propiedades del PEG, pero también es indispensable considerar el tamaño de la pieza que requiere la obra, el tipo de madera a usar y el tipo de secado.

Los tratamientos que tengan la finalidad de evitar la aparición de defectos son recomendables; particularmente si se quiere disminuir la aparición de grietas. Con el uso del PEG; en combinación con un secado lento y a la sombra, se puede lograr de manera considerable, dando mejores resultados en la albura que en el duramen.

Para la aplicación de PEG, es importante seleccionar la madera: la porosidad, la proporción de duramen y fundamentalmente el tiempo del tratamiento. Se requiere como tiempo mínimo 60 días, con un secado a la sombra. Por lo tanto el PEG de fácil manejo y no tóxico, puede ser una alternativa para la escultura en madera, no sólo porque disminuye la aparición de grietas, sino porque puede imprimir estabilidad dimensional para diferentes ambientes.

A todo escultor que seleccione la madera para realizar parte de su obra, le sugerimos que revise la información que existe acerca del material, con el objeto de obtener los resultados esperados.

2. La aplicación de los conocimientos científicos de la madera al momento de la realización de la escultura permite mayor seguridad en el manejo del material, ya que permite saber con certeza cuál es el comportamiento de la madera.

El escultor puede necesitar un mínimo de conocimientos científicos o empíricos para elaborar su obra, no es posible ni deseable ignorarlos o confundirlos, por que se corre el riesgo de manejar la madera para un fin y obtener resultados inesperados.

En general los resultados obtenidos, son los que se esperaban al diseñar los tratamientos. Hasta ahora el contenido de humedad de las piezas ha entrado en equilibrio con la humedad del medio ambiente donde se encuentran.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARNHEIM Rudolf. *ARTE Y PERCEPCIÓN VISUAL*, edit. Alianza España 1981, 235 p.
2. BARAJAS Morales, Josefina y Ramón E-M. "LA MADERA EN LA ARTESANÍA." Revista *Naturaleza* núm. especial, México 1973, 48 p.
3. BARAJAS M.J. y LEÓN GÓMEZ C. *ANATOMÍA DE LAS MADERAS: ESPECIES DE UNA SELVA BAJA CADUCIFOLIA*. Instituto de Biología de la UNAM, México, 1989, 124 p.
4. BARAJAS M.J. y R. Echenique-Manrique. "EL PEG, ESTABILIZANTE DIMENSIONAL" Revista *BIÓTICA*, INIREB, Xalapa, Veracruz, México.
5. BARAJAS M.J., R. Echenique-Manrique y T.F. Carmona V. "ESTRUCTURA E IDENTIFICACIÓN " en *La Madera y su uso en la construcción*, No. 3, INIREB. Xalapa, 1981, 70 p.
6. CASSIDY, Harold G. *LAS CIENCIAS Y LAS ARTES* edit. Tauros, Madrid, España, 1964, 229 p.
7. DUMITRESCO Natalia y Alaxandre Istrati. *BRANCUSI* edit. Harry N. Abrams. N.Y. 1987, 336P.
8. ERNITZ Anatolio, *MANUAL DE MADERAS* edit. Alsina. Buenos Aires, 1961, 66 p.
8. ECHENIQUE-MANRIQUE, Ramón y Francisco Robles F. *CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA MADERA* textos universitarios, Universidad Veracruzana, Xalapa 1993 tomo I y II, 137 Y 127 p.
9. *ESCULTURAS Y DIBUJOS DE HENRY MOORE* edit. INSTITUTO NACIONAL DE BELLAS ARTES, México 1964
10. ECHENIQUE-MANRIQUE, Ramón. *CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA Y SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN* cnic. serie MADERAS México, 1971, 173 p.

11. FUENTES Salinas, Mario *APUNTES PARA EL CURSO DE TECNOLOGÍA DE LA MADERA* serie de apoyo núm. 33. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Chapingo. 97 p.
12. GIUBBINI, GUIDO. *et. al. LAS TÉCNICAS ARTÍSTICAS* trad. José Miguel Mora. Madrid. España, 1990, 479 p.
13. GRIGORIEV, M.A. *ESTUDIO DE MATERIALES PARA EBANISTAS Y CARPINTEROS* edit. Mir, Moscú, 1985, 247 p.
- 14.-HUGH Johnson. "*LA MADERA*" edit. Blume, 1978. 271 p.
15. NOGUERA Eduardo. *TALLAS PREHISPÁNICAS EN MADERA* edit. Guardiania, México, 1958, 30 p.
16. ROBLES Fernández, Francisco y Ramón Echenique-Manrique. *ESTRUCTURAS DE LA MADERA* México, edit. Limusa, 1991, 367 p.
17. RIVERA, Daniel. "*ARTE Y CIENCIA, EL PLASMA DE UNA NUEVA ERA*" Diario *La Jornada*, 25 de mayo de 1995, 50 p.
18. Revista *SCULTURE* septiembre-octubre de 1990, pag. 69
19. PEREZ Olvera, CARMEN de la Paz, *CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DEL CEDRO ROJO, (Cedrela odorata)* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, SARH, boletín técnico núm. 63 oct. 1980 276 p.
20. SÁNCHEZ VÁSQUEZ, Adolfo. *ANTOLOGÍA DE TEXTOS DE ESTÉTICA Y TEORÍA DEL ARTE* núm. 14 edit. UNAM 1982, 492 p.
- 21.-SANCHEZ Sanz, María Elisa. "*MADERAS TRADICIONALES ESPAÑOLAS*" edit. Nacional Madrid, España, 1984, 124 p.
22. TORRES Juan. *VENTAJAS DE LA DIFUSIÓN EN LA CONSERVACIÓN DE MADERA* folleto del Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones y Experiencia. Madrid, España, 1966 11 p.
23. TSOUMIS, George. *SCIENCE AND TECHNOLOGY OF WOOD STRUCTURE, PROPERTIES, UTILIZATION* New York E.U. 494 p.
24. TORRES, Luis y Constanza Vega. *TRATAMIENTO DE MADERA*

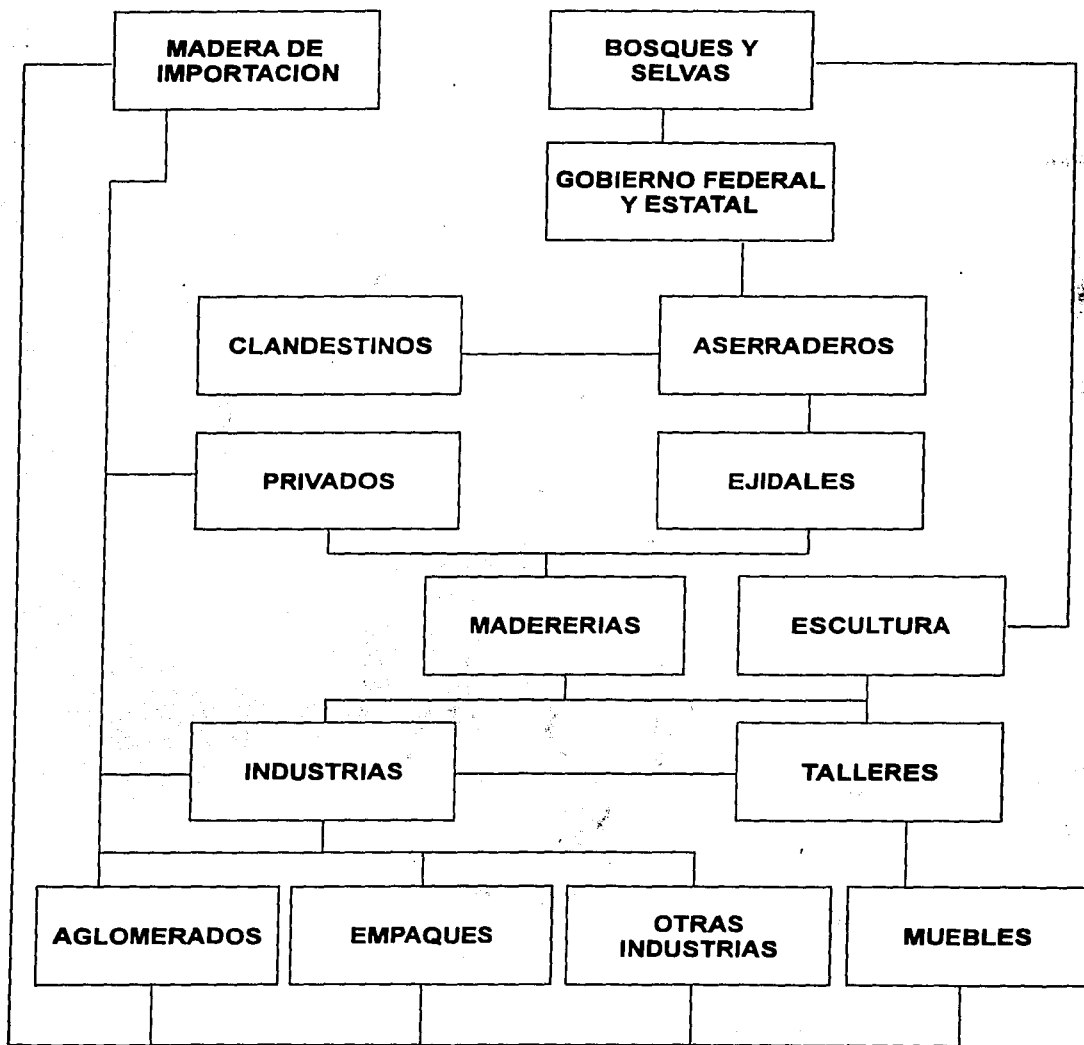
HUMEDAD : ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS MÉTODOS departamento de prehistoria INAH, México, 1970, 33 p.

25. *LEY FORESTAL*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México, 1993, 64 p.

APÉNDICE

ESTA TESIS DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

DIAGRAMA 1
PROCESO DE COMERCIALIZACION DE LA MADERA



FUENTE: INVESTIGACION DIRECTA EN EL ORIENTE DE MICHOACAN

MADERAS TOXICAS

NOMBRE COMÚN	REACCIÓN	LOCALIZACIÓN	POTENCIA	FUENTE	INCIDENCIA
CIPRES PELADO	S	R	+	D	R
BALSAMERO	S	ES	+	LB	C
HAYA	S,C	ESR	++	LB D	C
ABEDUL	S	R	++	WD	C
ALGORROBO NEGRO	I N	ES	+++	LB	C
PALO NEGRO	S	ES	+++	DW	C
BOJ	S	ES	++	DW	C
ANACARDO	S	ES	+	DW	R
COCOBOLO	I S	ESR	+++	DW	C
DAHOMA	I	ES	++	DW	C
EBANO	I S	ES	++	DW	C
OLMO	I	ES	+	D	R
GONCALO AVES	S	ES	++	DW	R
CORAZÓN VERDE	S	ES	+++	DW	C
CICUTA	C	R	+++	D	U
IROKO	I S P	ESR	+++	DW	C
MOHOGANY	S P	SR	+	D	U
MANSONIA	I S	ES	+++	DW	C
ARCE, MAPLE	S P	R	+++	D	C
ARRAYAN	S	R	++	LB D	C
ROBLE, ENCINO	S	ES	++	LB D	R
OBECHE	I S	ESR	+++	DW	C
ADELFA	DT	NC	++++	DW LB	C
OLIVO	I S	ESR	+++	DW	C
OPEPE	S	R	+	D	R
PADAUK	S	ES N	+	DW	R
PALO FIERRO	S	ES	+	DW	R
PEROBA ROSA	I	R N	++	DW	U
CORAZÓN MORADO	S	N	++	DW	C
QUEBRACHO	I	R N	++	DLB	C
PALO ROJO	S P	RES	++	D	R
PALO ROSA	I S	RES	++++	DW	C
SATÍN	I	RES	+++	DW	C
SASSAFRAS	S	R	+	D	R
SECOYA	I	R	+	D	R
PALO SERPIENTE	I	R	++	DW	R
PICEA	S	R	+	DW	R
NOGAL NEGRO	S	ES	++	DS	C
WENGE	S	RES	++	DW	C
SAUCE	S	R N	+	DW LB	U
CEDRO ROJO	S	R	+++	DLB	C
TECA	S P	ESR	++	D	C
TEJO	I	ES	++	D	C
PALO CEBRA	S	ES	++	DW	C

REACCIÓN:
 I.-IRRITANTES
 NASOFARINGEO
 P.-ALVEOLITIS
 DT.-TOXINAS DIRECTAS
 S.-SENSIBILIDAD

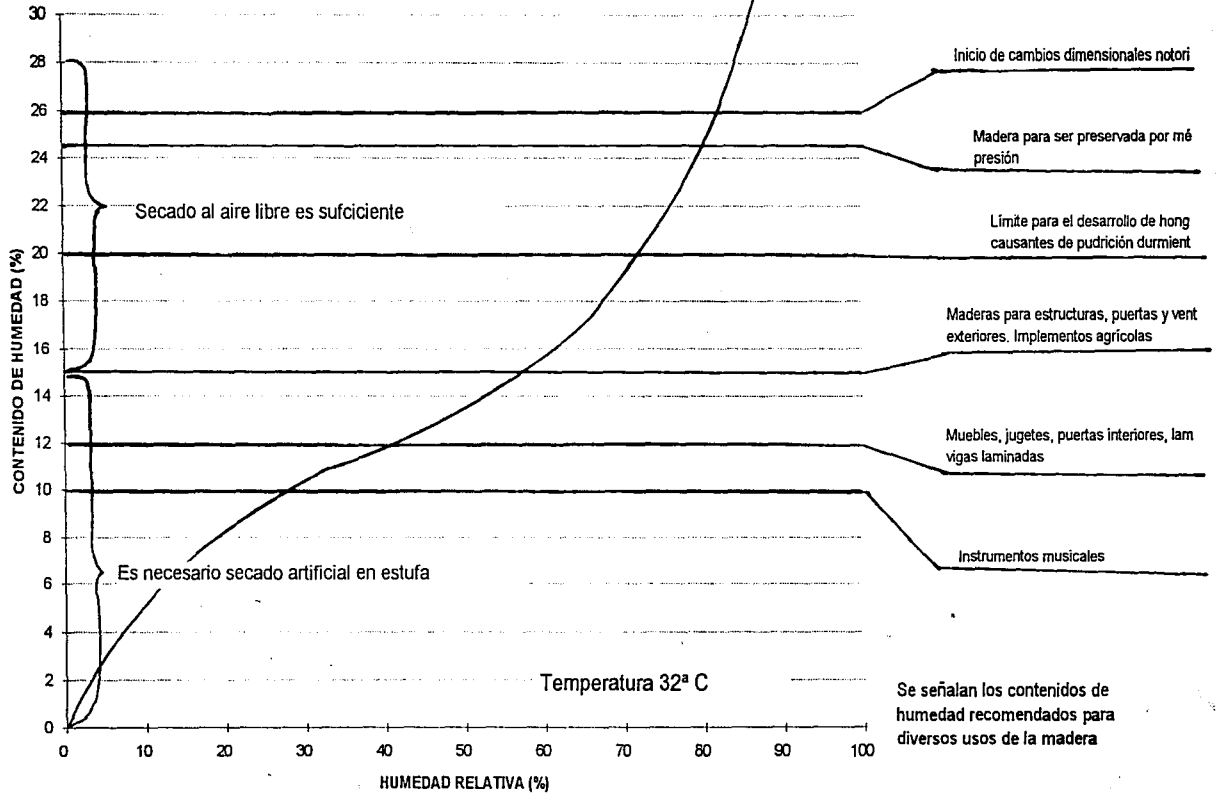
LOCALIZACIÓN:
 S.-PIEL
 E.-OJOS
 R.-VIAS RESPIRATORIAS
 C.-CORAZÓN
 N.-NAUSEAS

FUENTE:
 D.-POLVOC.-CANCER
 W.-MADERA
 LB.-HOJAS Y CORTEZA

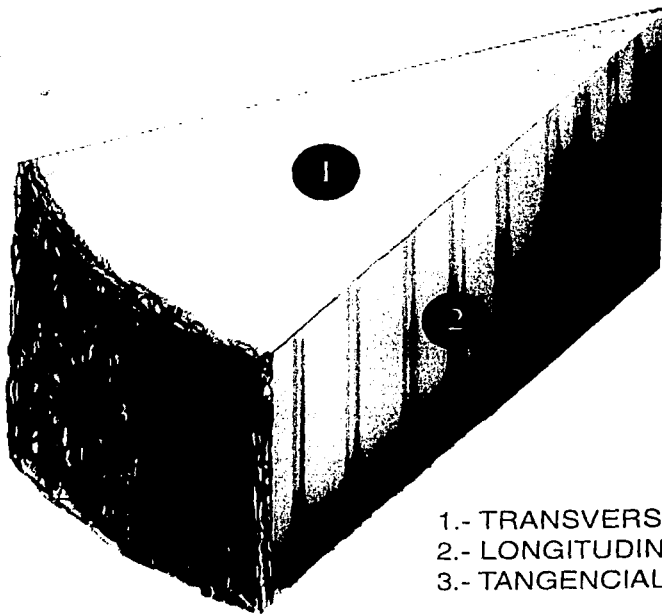
INCIDENCIA:
 R.-RARA
 C.-COMÚN
 U.-DESCONOCIDA

FUENTE: REVISTA SCULTURE SEPTIEMBRE DE 1990

RELACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD EN EQUILIBRIO DE LA MADERA Y LA HUMEDAD RELATIVA DE LA ATMÓSFERA



PLANOS DE LA MADERA



- 1.- TRANSVERSAL
- 2.- LONGITUDINAL
- 3.- TANGENCIAL

VALORES DEL PUNTO DE SATURACIÓN DE LA FIBRA PARA ALGUNAS ESPECIES

Nombre Científico	Nombre común	P.S.F. en %
<i>Cordia alliodora</i>	laurel	30
<i>Jacaranda copaia</i>	jacaranda	30
<i>Pinus ponderosa</i>	pino ponderosa	34.5
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	30.4
<i>Lonchocarpus castilloi</i>	machiche	21.9
<i>Swietenia macrophylla</i>	caoba	27.3

P.S.F. = punto de saturación de la fibra

CONTENIDO DE HUMEDAD PARA MADERA VERDE DESPUÉS DEL DERRIBE DEL ÁRBOL

Nombre común	Contenido de humedad en %	
	albura	duramen
laurel	59	76
machiche	50	62
caoba	80	76

DENSIDADES DE ALGUNAS ESPECIES

Nombre común	condición	Densidad en Kg/m ³	
		max	min
caoba	seca	650	550
	saturada	1000	700
cedro	seca	550	400
	saturada	700	500
oyamel	seca	400	300
	saturada	400	300
encino	seca	900	800
	saturada	1000	800
pino	seca	650	450
	saturada	1000	800

**PESO SECO VOLUMÉTRICO DE ALGUNAS ESPECIES MEXICANAS
(EQUIVALENTE A LA DENSIDAD)**

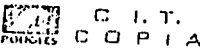
Grado y especie	Po/Vv
Excesivamente livianas	
Ceiba	0.23
Muy livianas	
Chacáh	0.32
Livianas	
Pino	0.35
Oyamel	0.36
Cedro	0.36
Jobo	0.36
Moderadamente livianas	
Cedro blanco	0.42
Aile	0.37
Cedro rojo	0.40
Primavera	0.40
Moderadamente pesadas	
Pino	0.43
Pinabete	0.45
Táscate	0.49
Parota	0.45
Caoba	0.43
Amate	0.46
Pesadas	
Pino patula	0.54
Madroño	0.58
Fresno	0.60
Encino	0.60
Muy pesadas	
Ramón	0.62
Senserro	0.72
Excesivamente pesadas	
Gateado	0.84
Machiche	0.74
Extremadamente pesadas	
Chicozapote	0.88
Guapaque	1.00

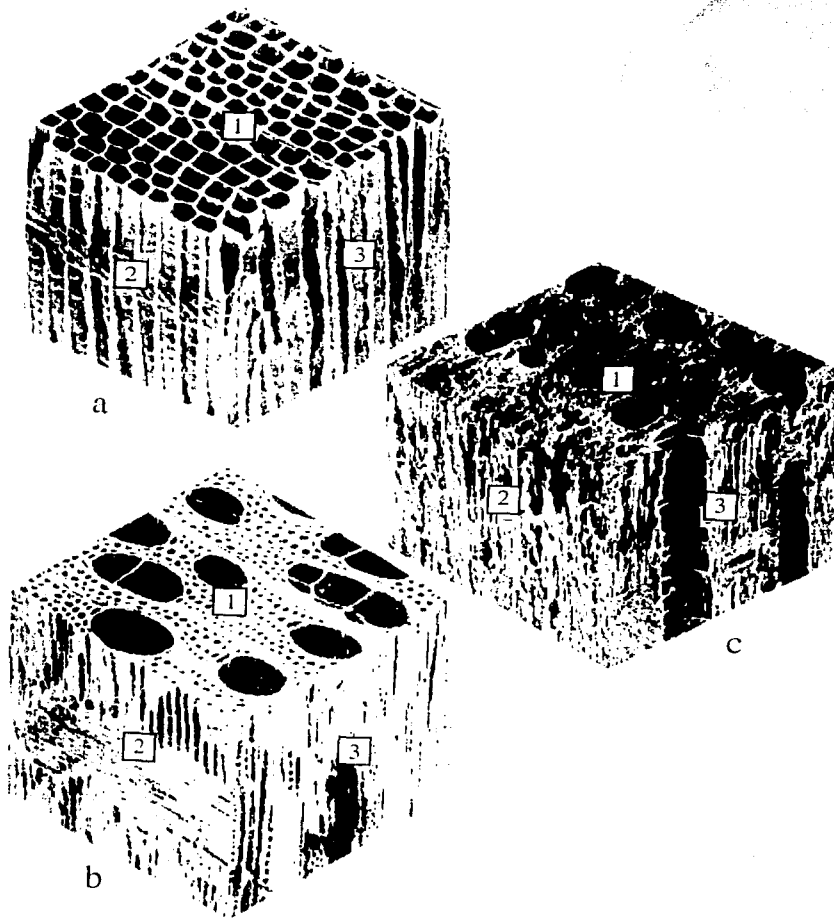


ARCHIVO TECNICO
No SSPQ1203310

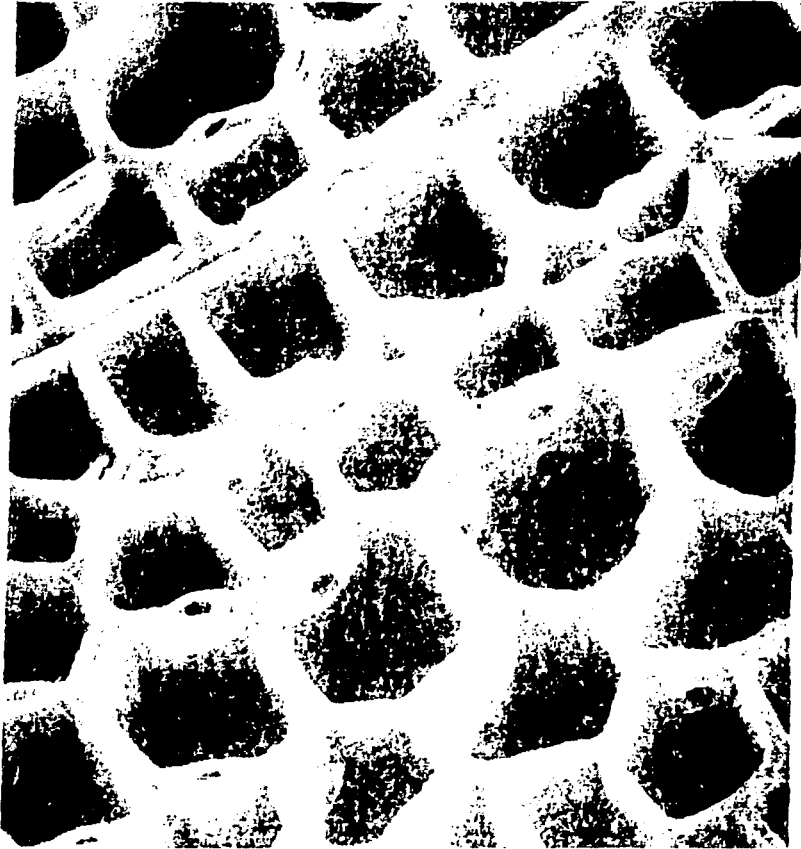
HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE MATERIALES

CLAVE DEL PRODUCTO: 2040009

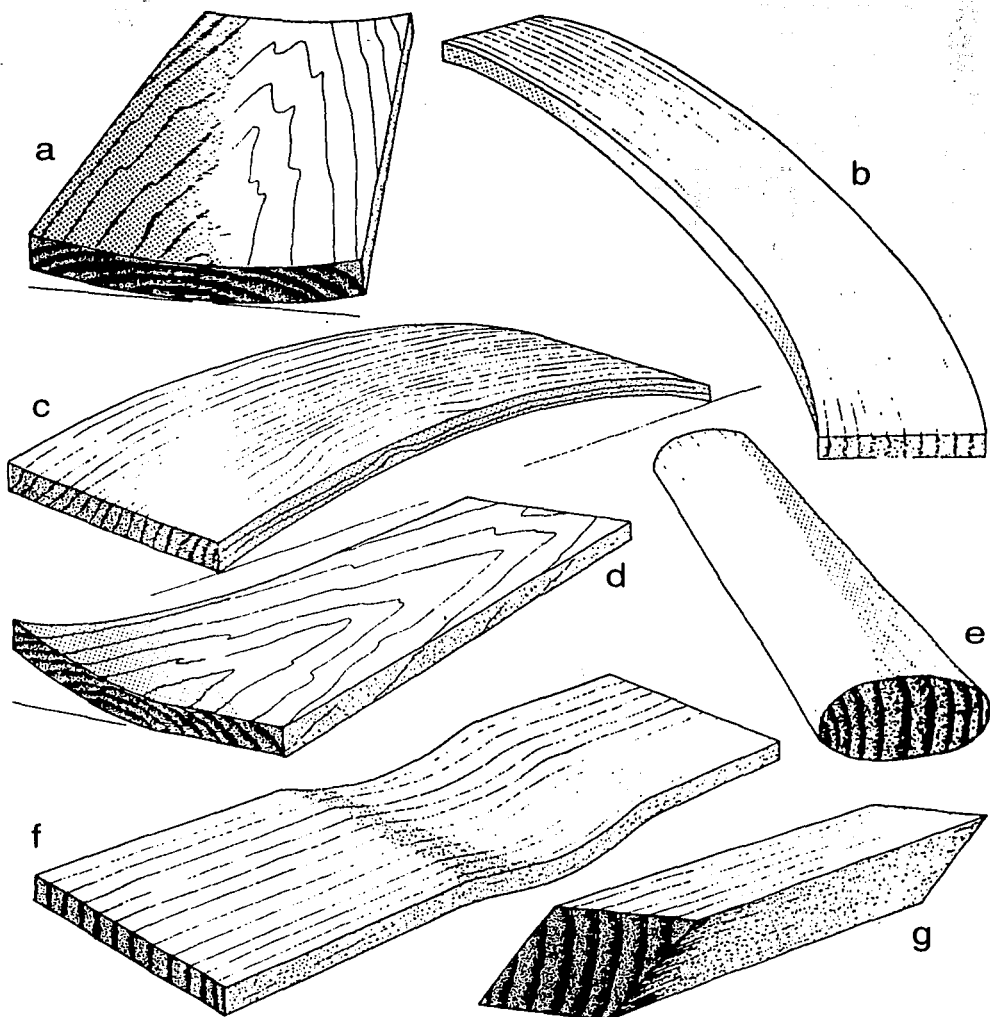
SECCION I			
NOMBRE COMERCIAL: PLURACOL R-1500			
NOMBRE QUIMICO: POLIETILENGLICOL			
SINONIMOS: PEG-E-1500		FORMULA: HO-CH ₂ CH ₂ -(OCH ₂ CH ₂) ₂ -OCH ₂ CH ₂ -OH	
FAMILIA QUIMICA: POLIGLICOLES		PESO MOLECULAR: 1500 PROMEDIO	
SECCION II—COMPONENTES			
COMPONENTE	No. CAS	%	TLV—FUENTE
POLIETILENGLICOL	25322-66-3	99.95	NO ESTABLECIDA
HIDROQUINONA	123-31-9	0.05	
			
SECCION III—DATOS FISICOS			
PUNTO DE EBULLICION @ 760 mm Hg: NO EVALUADO		PUNTO DE FUSION: @ 760 mm Hg: 46°C	
PRESION DE VAPOR @ 20°C mm Hg: BAJA		VISCOSIDAD 26-33 CST a 98.9°C	
GRAVEDAD ESPECIFICA O DENSIDAD: 1.0919 g/cm ³ a 60°C		PH: 6.0 5% SOL. ACUOSA a 25°C	
SOLUBILIDAD EN AGUA: 72% a 20°C		OLOR: CARACTERISTICO INTENSIDAD: BAJA	
APARIENCIA: PASTA BLANCA			
SECCION IV—DATOS DE RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSION			
PUNTO DE INFLAMACION (METODO): 274°C (COC)		TEMP. DE AUTOIGNICION: NO EVALUADA	
LIMITES DE FLAMABILIDAD EN AIRE (% VOL): NO EVALUADA		BAJO: NO EVALUADA ALTO: NO EVALUADA	
MEDIO DE EXTINCION	AGUA EN FORMA DE NEBLINA, ESPUMA DE ALCOHOL, CO ₂ O POLVO QUIMICO SECO COMO MEDIO DE EXTINCION.		
PROCEDIMIENTOS ESPECIALES DE COMBATE DE INCENDIO Y RIESGOS DE INCENDIO Y EXPLOSION NO CASUALES	USAR EQUIPO DE BOMBEROS CON EQUIPO AUTONOMO DE RESPIRACION. USAR AGUA EN FORMA DE NEBLINA PARA ENFRIAR LOS CONTENEDORES Y PARA DISPEJAR GASES Y VAPORES. EVITE LA COMBUSTION ESPONTANEA POR LA MEZCLA DE MATERIALES EXPLOSIVOS Y COMBUSTIBLES CON ESTE PRODUCTO.		
NUMERO TELEFONICO DE EMERGENCIA			
(915) 5-53-88-11 MEXICO, D.F. (DEPARTAMENTO DE VENTAS).			



Vista tridimensional, microscópica (a) pino, (b) fresno, (c) abedul;
1.-transversal, 2.- longitudinal, 3.- tangencial.



Vista microscópica de un corte transversal, donde se observan los lúmenes de células, de madera tierna.



Alabeos: (a) acanalamiento, (b) alabeo de canto, (c) arqueamiento, (d) espiralamiento, (e) ovalamiento, (f) alabeo localizado, (g) adiamantado.

