

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE BELLAS ARTES**

**Departamento de Dibujo I**



**ESTUDIO DE MATRICES PARA EL GRABADO EN RELIEVE  
SUSTRACTIVO: LA MADERA NATURAL Y MATERIALES  
ALTERNATIVOS**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**PRESENTADA POR**

Gema Navarro Goig

Bajo la dirección de la doctora

Blanca Rosa Pastor Cubillo

**Madrid, 2005**

**G E M A   N A V A R R O   G O I G**

**ESTUDIO DE MATRICES PARA EL GRABADO  
EN RELIEVE SUSTRACTIVO:  
LA MADERA NATURAL Y MATERIALES  
ALTERNATIVOS**

TESIS DOCTORAL

Directora: Dra. BLANCA ROSA PASTOR CUBILLO,  
Titular del Departamento de Dibujo de la Facultad de Bellas Artes Universidad  
Politécnica de Valencia

Tutor: Dr. ÁLVARO PARICIO LATASA  
Catedrático del Departamento de Dibujo I de la Facultad de Bellas Artes  
Universidad Complutense de Madrid



---

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
FACULTAD DE BELLAS ARTES

DEPARTAMENTO DE DIBUJO I

- 2004 -



*A mis padres.*



## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que, directa o indirectamente, han representado un estímulo para afrontar esta tesis doctoral durante el tiempo dedicado a su elaboración.

Especialmente quiero agradecer la ayuda prestada por mi directora Blanca Rosa Pastor Cubillo, a la que debo mi iniciación en las técnicas de grabado en relieve y a la que considero una profesora excelente que logró incitar en mí un entusiasmo por dichas técnicas y por el grabado en general. Asimismo, agradezco a mi tutor Álvaro Paricio Latasa sus acertadas recomendaciones para el desarrollo de esta tesis.

Fuera del ámbito de las Bellas Artes, destaco la valiosa ayuda técnica prestada por Santiago Vignote Peña, Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid.

Igualmente, agradezco la buena acogida y el trato recibido por parte de las entidades, centros de investigación y casas comerciales consultadas.

Por último, quiero dar las gracias a compañeros, familiares y amigos que me prestaron su colaboración y consejo: Elena Molinari, François Marechal, Carmen Manuel y Rafa Beltrán, Susana Navarro y muy especialmente a Vicente Fuster, por su generosidad y apoyo incondicional.



# ÍNDICE

## ESTUDIO DE MATRICES PARA EL GRABADO EN RELIEVE SUSTRACTIVO:

INTRODUCCIÓN ..... 7

I. APORTACIONES AL GRABADO EN RELIEVE SUSTRACTIVO ..... 17

### PARTE PRIMERA

#### LA MADERA MACIZA COMO MATRIZ EN EL GRABADO EN RELIEVE SUSTRACTIVO

II. MADERA NATURAL ..... 33

II.1. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES ..... 36

II.1.1. Estructura microscópica ..... 36

II.1.2. Estructura macroscópica ..... 39

II.2. APARIENCIA DE LA MADERA ..... 50

II.2.1. Grano ..... 50

II.2.2. Textura ..... 51

II.2.3. Veteado ..... 52

II.2.4. Color ..... 54

II.3. ALTERACIONES DE LA MADERA ..... 55

II.3.1. Nudos ..... 55

II.3.2. Madera de reacción ..... 58

II.3.3. Fibra torcida ..... 59

II.3.4. Doble albura ..... 59

II.3.5. Bolsas de resina ..... 59

II.3.6. Fendas ..... 60

II.3.7. Crecimiento excéntrico ..... 61

II.4. PROPIEDADES FÍSICAS ..... 63

II.4.1. Grado de humedad ..... 63

II.4.2. Dureza ..... 65

II.4.3. Homogeneidad ..... 68

II.4.4. Porosidad ..... 68

II.4.5. Peso específico ..... 68

II.5. PROPIEDADES MECÁNICAS ..... 70

II.5.1. Resistencia ..... 70

II.6. ACTUACIONES PREVIAS PARA EL ADECUADO USO DE LA MADERA NATURAL ..... 75

II.6.1. Aserrado de la madera de tronco ..... 75

II.6.2. Secado ..... 78

II.6.3. Protección de la madera ..... 82

II.7. CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS ..... 85

II.7.1. Identificación de las maderas ..... 87

II.8. OBSERVACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE LA MADERA MACIZA COMO MATRIZ GRÁFICA ..... 102



## PARTE SEGUNDA

### MATERIALES ALTERNATIVOS A LA MADERA MACIZA COMO MATRIZ GRÁFICA

<b>III.</b>	<b>MADERAS MODIFICADAS .....</b>	<b>111</b>
III.1.	MADERAS TRANSFORMADAS.....	114
III.1.1.	Tableros contrachapados .....	114
III.1.2.	Tableros alistonados .....	119
III.1.3.	Madera laminada.....	120
III.1.4.	Madera comprimida .....	121
III.1.5.	Chapas de madera.....	121
III.1.6.	Micromadera .....	122
III.2.	MADERAS REGENERADAS.....	123
III.2.1.	Tableros aglomerados .....	123
III.2.2.	Tableros de madera cemento .....	127
III.2.3.	Tableros de fibra .....	127
III.3.	OBSERVACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE LAS MADERAS MODIFICADAS COMO MATRIZ GRÁFICA.....	131
<b>IV.</b>	<b>EL LINÓLEO .....</b>	<b>137</b>
IV.1.	PROCESO DE FABRICACIÓN DEL LINÓLEO .....	140
IV.1.1.	Descripción de productos comerciales.....	143
IV.2.	OBSERVACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL LINÓLEO COMO MATRIZ GRÁFICA.....	145
<b>V.</b>	<b>PLÁSTICOS .....</b>	<b>151</b>
V.1.	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES .....	159
V.1.1.	Naturaleza y composición.....	161
V.1.2.	Criterios para su clasificación.....	164
V.2.	SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN.....	171
V.3.	PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS PLÁSTICOS .....	175
V.3.1.	Índice de fluidez o índice de fusión .....	175
V.3.2.	Dureza.....	175
V.3.3.	Peso específico.....	177
V.3.4.	Resistencia a la deformación .....	177
V.3.5.	Resistencia a la tracción .....	180
V.3.6.	Resistencia a la compresión.....	181
V.3.7.	Resistencia al impacto.....	181
V.3.8.	Comportamiento térmico.....	182
V.4.	RESISTENCIA QUÍMICA DE LOS PLÁSTICOS: DISOLVENTES Y PLASTIFICANTES.....	185
V.5.	IDENTIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS .....	187
V.5.1.	Plásticos naturales.....	188
V.5.2.	Plásticos naturales transformados químicamente .....	189
V.5.3.	Plásticos derivados de productos naturales .....	193
V.5.4.	Resinas sintéticas.....	198
V.6.	OBSERVACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS PLÁSTICOS COMO MATRIZ GRÁFICA.....	207

## PARTE TERCERA

### FORMAS DE ACTUACIÓN PARA LA CREACIÓN DE LA MATRIZ Y SU ESTAMPACIÓN

<b>VI.</b>	<b>MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LA REALIZACIÓN DE LA ESTAMPA ..</b>	<b>217</b>
VI.1.	<b>ADECUACIÓN DE UN SOPORTE COMO MATRIZ PARA EL GRABADO EN RELIEVE SUSTRACTIVO</b>	<b>219</b>
VI.1.1.	<i>Herramientas para la conversión del soporte en matriz</i>	224
VI.1.1.a)	Herramientas manuales.....	224
VI.1.1.a.1	Útiles para cortar y conformar el soporte .....	224
VI.1.1.a.2	Útiles para alisar y texturar superficies .....	225
VI.1.1.a.3	Útiles para grabar .....	227
VI.1.1.a.4	Útiles para afilar los instrumentos de grabado .....	228
VI.1.1.b)	Herramientas eléctricas.....	230
VI.1.1.b.1	Herramientas para cortar y conformar el soporte .....	230
VI.1.1.b.2	Herramientas para lijar su superficie .....	231
VI.1.1.b.3	Herramientas para grabar .....	231
VI.1.1.b.4	Herramientas para afilar instrumentos de grabar.....	232
VI.2.	<b>ENTINTADO Y ESTAMPACIÓN</b>	<b>233</b>
VI.2.1.	<i>Instrumentos para el entintado de la matriz</i> .....	235
VI.2.2.	<i>Las tintas de impresión</i> .....	237
VI.2.3.	<i>Útiles de estampación</i> .....	240
VI.2.4.	<i>El papel como soporte de la estampa</i> .....	244
VI.3.	<b>OBSERVACIONES SOBRE PROCEDIMIENTOS INDUSTRIALES Y TECNOLOGÍA DIGITAL EN EL GRABADO EN RELIEVE</b>	<b>250</b>
<b>VII.</b>	<b>ENSAYOS PARA LA CREACIÓN DE LA MATRIZ</b>	<b>255</b>
VII.1.	<b>PROCEDIMIENTOS MECÁNICOS</b> .....	261
VII.2.	<b>PROCEDIMIENTOS TÉRMICOS</b> .....	264
VII.3.	<b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS</b> .....	268
VII.4.	<b>COMPORTAMIENTO DE LAS MATRICES EN RELACIÓN A LOS DIFERENTES MÉTODOS DE ACTUACIÓN</b> .....	272
VII.5.	<b>VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN CADA TIPO DE MATERIAL A TRAVÉS DE SU ESTAMPACIÓN</b> .....	326
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>345</b>

## APÉNDICE 1

### DIRECTORIO: BIBLIOTECAS, CENTROS Y EMPRESAS CONSULTADAS

BIBLIOTECAS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN .....	356
CASAS COMERCIALES.....	357

## APÉNDICE 2

### MARCAS DE REVESTIMIENTOS Y LAMINADOS

PRODUCTOS COMERCIALES: LINÓLEO, REVESTIMIENTOS VINÍLICOS Y FORMICA .....	360
--	-----

## BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....	367
BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.....	377
CATÁLOGOS.....	385
REVISTAS.....	390

## ANEXO

DIEZ ESTAMPAS ORIGINALES REALIZADAS POR LA AUTORA CON UNA SELECCIÓN DE LAS MATRICES Y PROCEDIMIENTOS

# INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCIÓN

*“Lo importante no reside en las técnicas, sino en el uso que se hace de ellas. Lo primero es tener una nueva concepción del mundo que dé lugar a un vocabulario nuevo, a una forma de estructurar las superficies y, entonces, el uso de materiales nuevos se impone por sí mismo, por el solo hecho de que responde a una lógica interna”<sup>1</sup>*

*Martial Raysse*

Las técnicas tradicionales del grabado han experimentado en unas pocas décadas una evolución nunca conocida en siglos de existencia. Los continuos avances tecnológicos y la existencia de nuevos materiales han abierto nuevas posibilidades para la creación y la multiplicación de imágenes.

Existe un interés por parte del artista en experimentar, en buscar nuevas formas de expresión, nuevos soportes y nuevos procedimientos. Por otro lado, se intenta asimilar y dar cabida a todos aquellos materiales que se van incorporando a nuestra sociedad, desde los industriales, con una obtención y comercialización mayor y por ende más barata que los materiales naturales, escasos y sometidos a una elaboración manufacturada tradicional, hasta todos aquellos que utilizan las tecnologías de la información y de las telecomunicaciones. Estos avances técnicos pueden ayudar a enriquecer el lenguaje gráfico, siempre en

---

<sup>1</sup> v. Martial Raysse, Catálogo. IVAM, Valencia, 1993, p. 26.

función de la actitud creativa del artista, como bien dice Martial Raysse en la cita que encabeza esta introducción.

Igualmente, la progresiva modernización de la industria de la reproducción gráfica ha servido para que el artista utilice estos equipos, llevando a cabo creaciones a través de procedimientos fotomecánicos, fotoeléctricos ó la digitalización de imágenes y su impresión en grandes formatos.

La tesis que presentamos indaga en estos nuevos materiales y procedimientos para una técnica de reproducción gráfica que es el grabado en relieve sustractivo. Esta técnica se suele asimilar a la xilografía aunque, como veremos, hay otros materiales posibles para ser utilizados como matriz, aparte de la madera, por ello es más preciso denominarla grabado en relieve sustractivo.

Los materiales investigados suponen una alternativa a determinados planteamientos tradicionales. Materiales surgidos de la industria de la madera y de los plásticos, empleados conjuntamente con una amplia gama de herramientas, nos permiten agilizar la talla de la matriz y enriquecer los resultados en función de nuestros intereses plásticos y creativos.

Este trabajo muestra, por lo tanto, las posibilidades del grabado en relieve sustractivo analizando la **matriz**, elemento esencial de todo el proceso de grabado, ya que ésta es la que permite reproducir y multiplicar la imagen. La matriz se crea transformando la superficie de un material que debe reunir una serie de condiciones: la principal es la dureza, que le confiere resistencia para poder soportar la presión del tórculo, pero de igual modo lo son la planitud y el calibre uniforme, para que dicha presión sea homogénea y, consecuentemente, la transferencia de la imagen también lo sea.

Al abrir nuevas vías de actuación con estos materiales, pretendemos ampliar la idea preconcebida en torno al grabado en relieve<sup>2</sup> como una técnica en la que predominan los contrastes entre el blanco y el negro, de gran fuerza expresiva y cuyo lenguaje gráfico es, en cierta forma, limitado. Esto se piensa todavía y a menudo en nuestro país, que no ha tenido, por otra parte, mucha tradición en lo que se refiere a la xilografía. Sin embargo, en los certámenes internacionales de grabado, algunos dedicados al relieve exclusivamente<sup>3</sup>, se puede comprobar la evolución que han experimentado estas técnicas, al igual que ha ocurrido con otros procedimientos.

Hechas estas consideraciones, el paso previo para el iniciar la tesis fue comprobar que esta propuesta, basada en constataciones, constituía una hipótesis de investigación inédita, al menos como tesis doctoral.

Como punto de partida, se llevó a cabo una exhaustiva búsqueda bibliográfica sobre cualquier ámbito relacionado con el grabado en general y con el relieve en particular. La mayor dificultad vino dada por la escasez de textos sobre grabadores y grabado en relieve contemporáneo (en este sentido la bibliografía ha sido inglesa mayoritariamente y, en mucha menor medida, francesa).

En lo que respecta al procedimiento seguido, diremos que se realizó un estudio exhaustivo de los procedimientos tradicionales de grabado en

---

<sup>2</sup> En el grabado en relieve sustractivo, frente al grabado en relieve por adición matérica, la imagen se consigue mediante talla o incisión sobre la matriz, eliminando parte de ella. El entintado se realiza con un rodillo, aplicando una capa uniforme de tinta sobre la superficie en relieve y mediante presión la imagen se transfiere al papel, dando lugar a la estampa. Véase, para más información, el capítulo VI.2.

<sup>3</sup> Citar como ejemplo a nivel internacional el certamen XYLON, organizado en un principio en la ciudad suiza de Winterthur por la Wood Engravers Association Xylon International, con sede en el Gewerbemuseum de dicha localidad suiza desde 1953 a 2000. En el año 2001 trasladaron su sede al Departamento de Cultura de Saint-Louis, en Alsacia (Francia). En la actualidad, la asociación se constituye en una federación con una red distribuida en 10 países: Canadá, Bélgica, Alemania, Argentina, Francia, Italia, Polonia, Suecia, Suiza y Ucrania.



relieve. Se pretendía con ello analizar los materiales empleados en cada una de sus diferentes técnicas. Su conocimiento era fundamental para comprender los procesos que iban a generar nuevas formas de crear imágenes basadas en el mismo principio técnico.

También se desarrolló un trabajo de campo visitando empresas del sector de la madera, de los plásticos laminados, de los revestimientos vinílicos y del linóleo, tanto nacionales como internacionales, que comercializan sus productos en nuestro país. Igualmente, se consultó gran número de bibliotecas técnicas para el estudio de los materiales, en diversos centros de investigación, facultades de Ciencias, Arquitectura y escuelas de Ingeniería.

Por lo que se refiere a la estructura de este trabajo, se ha dispuesto de la siguiente forma: un primer apartado dedicado a los ANTECEDENTES, en el que se mencionan las **APORTACIONES AL GRABADO EN RELIEVE SUSTRATIVO** que han efectuado diferentes artistas a lo largo del siglo XX. Es un capítulo de menor extensión, ya que el contenido de esta tesis no se centra en consideraciones históricas sino de investigación plástica; aún así, consideramos de interés el incluir estos precedentes para situar el ámbito en el que se debe enmarcar las aportaciones de esta investigación. Apuntamos que, dado que el siglo XX ha sido el único en el que se han realizado avances en este sentido, nos referiremos exclusivamente a él, obviando los orígenes e historia de la xilografía, aspectos que no tienen relación directa con el tema que nos ocupa.

En la PRIMERA PARTE se describen las características, propiedades y adecuación de la **MADERA NATURAL** como material tradicionalmente usado en la técnica que da origen al grabado en relieve: la xilografía. Consideramos necesario realizar un análisis en profundidad del material que ha sido y es fundamental en esta técnica, conocer sus características, propiedades, comportamiento y respuesta a los distintos procedimientos.

De igual forma y como SEGUNDA PARTE se estudian los **MATERIALES ALTERNATIVOS** a la madera natural susceptibles de uso como matriz en el grabado en relieve sustractivo: las maderas modificadas, tanto transformadas como regeneradas, variantes y sustitutivos industriales de los tacos de madera maciza, y las diferentes modalidades de cada una de ellas según como esté constituido el tablero; a este análisis dedicaremos el tercer capítulo.

Siguiendo esta parte, en el capítulo cuarto se describen las características del linóleo. Este producto, empleado como material de revestimiento, da nombre a la técnica linografía, linoleografía o linograbado, términos empleados indistintamente.

El quinto y último capítulo en cuanto a materiales alternativos está dedicado ampliamente y en profundidad a los plásticos o resinas sintéticas. Describe sus diferentes tipos y pone de manifiesto sus grandes y, muchas veces, poco exploradas posibilidades como matriz gráfica.

Durante la fase previa de recopilación de datos y elementos de estudio para este apartado, fueron desechados materiales que, aún siendo considerados como susceptibles de ser utilizados como matriz en el grabado en relieve, consideramos más apropiados para otras técnicas; éstos han sido los metales y el cartón. Siguiendo la misma metodología, hemos desechado o aceptado, corroborado y querido destacar las posibilidades plásticas de cada uno de los materiales analizados, subrayando las cualidades de aquellos que no han tenido hasta ahora uso como matriz gráfica y que en la actualidad son de fácil adquisición.

Una vez realizado el extenso estudio de los materiales, pasamos a la **TERCERA PARTE, FORMAS DE ACTUACIÓN PARA LA CREACIÓN DE LA MATRIZ Y SU ESTAMPACIÓN**, que describe los materiales que intervienen en la realización de la estampa (capítulo sexto): herramientas, útiles de entintado y estampación, paso previo para realizar la fase experimental,

con un análisis pormenorizado de cada material y su comportamiento. Adicionalmente, se han mencionado otras formas de actuación no tradicionales, como son los métodos fotosensibles y los sistemas informáticos, que nos permiten crear o modificar imágenes y obtener una matriz de grabado en relieve.

Por último se muestra, en los ensayos realizados en el séptimo capítulo, una selección de materiales adecuados para ser utilizados como matriz y se diferencian tres formas de actuación: procedimientos mecánicos (manuales y eléctricos), térmicos (calor y combustión) y químicos, estos últimos también denominados métodos indirectos (ácidos y disolventes). Destacaremos la información recopilada para dar a conocer la correcta manipulación y los riesgos que para la salud conlleva el contacto prolongado con estos materiales.

En esta fase se elaboraron dos series de fichas, una para cada material y su respuesta a los procedimientos, y otra dedicada a sus estampaciones. En ambas se incluyeron fotografías con los detalles más representativos de la matriz y de la estampa.

Finalmente, se incluye como anexo una serie de estampas de creación propia que representan un ejemplo de la materialización de todo el proceso.

En resumen, hemos querido reflejar en todo momento cómo la obra gráfica conlleva por sí misma una experimentación, un interés por la investigación formal, por la interrelación de distintos procedimientos, por las nuevas tecnologías y nuevos materiales. Esperamos que esta tesis constituya por lo tanto un aporte significativo en este sentido.



Gema GOIG

Nursery Rhymes (2000)

Linografía, plastigrafía en relieve y transfer, 29'5x29'5 cms.



## EL GRABADO EN RELIEVE SUSTRATIVO

Capítulos:

- I. APORTACIONES AL GRABADO EN RELIEVE SUSTRATIVO



## I. APORTACIONES AL GRABADO EN RELIEVE SUSTRACTIVO

Desde comienzos del siglo XX existe un creciente interés en la búsqueda de materiales nuevos para el grabado. Los métodos en relieve sustractivo empiezan a aplicarse sobre una gran variedad de soportes alternativos, buscando, por una parte, facilitar el trabajo de las técnicas tradicionales y por otra, aportar nuevas soluciones plásticas personales.

Aunque muchos artistas siguieron utilizando el taco de madera con métodos tradicionales, otros continuaron su empleo pero de forma diferente, ya sea con herramientas manuales o mecánicas, o por medio de procedimientos químicos, con el fin de enfatizar las cualidades de la materia, acentuando la textura, abriendo la veta con cepillos de alambre, lijando, etc.

Otra opción fue sustituir el taco de madera tradicional por diferentes superficies alternativas: linóleo, contrachapado, chapas, tablero de fibras, cartón, plásticos laminados, etc. Con estos materiales se lograba una de las muchas aspiraciones del grabador contemporáneo: el poder realizar las obras en formatos cada vez mayores.

El linóleo ha sido uno de los primeros materiales alternativos a la madera en ser empleado y, aunque se inventó a mediados del siglo XIX para su utilización como revestimiento para suelos, no tenemos constancia de que se empleara en el grabado hasta la primera década del siglo XX. Entre los artistas pioneros en su uso destacaremos a Kandinsky,



de quien conocemos los linograbados titulados “El espejo” y “Dos muchachas”, de 1907<sup>4</sup>. Anteriormente, en 1906 Matisse ya había realizado tres obras de desnudos<sup>5</sup>.

El grabador checoslovaco Vojtech Preissig (1873-1944), bajo la influencia de la “Wiener Werkstätte”, hizo en la primera década del siglo XX grabados sobre materiales sintéticos, entre ellos linóleo, y según nos consta, introdujo esta técnica en Estados Unidos en 1910, durante su estancia como profesor en el *Art Students League*<sup>6</sup> de Nueva York. Otro artista checo coetáneo que emplearía este material fue Josef Capek (1887-1945), pintor, ilustrador y grabador que publicó varios linograbados en 1910, incluidos en una colección de obras de varios artistas pertenecientes al Simbolismo y Secesionismo<sup>7</sup>.

Los artistas de la Vanguardia rusa, como Liubov Popova, Alexander Rodchenko y Olga Rozanova, también practicaron el linograbado entre los años 1916-1919<sup>8</sup>.

En Inglaterra, un artista adscrito al movimiento futurista, Claude Flight (1881-1955), dio un impulso definitivo a esta técnica con su dedicación a enseñar y promover el linograbado, desde 1919, y sus publicaciones sobre la técnica: “*Lino-cuts. A Hand-book of Linoleum-cut Colour Printing*” y “*The Art and Craft of Lino Cutting and Printing, London, 1934*”. Trabajó como profesor de esta técnica en la Grosvenor School of Modern Art, y procuró fomentar el interés de la práctica del linograbado en multitud de alumnos de diferentes nacionalidades, con lo que logró su

---

<sup>4</sup> v. F. Carey / A. Griffiths, *The Print in Germany, 1880-1933. The Age of Expressionism*. British Museum, London, 1984, p. 151.

<sup>5</sup> v. R. Vives, *Del cobre al papel, la imagen multiplicada*. Edit. Icaria, Barcelona, 1994, p. 47.

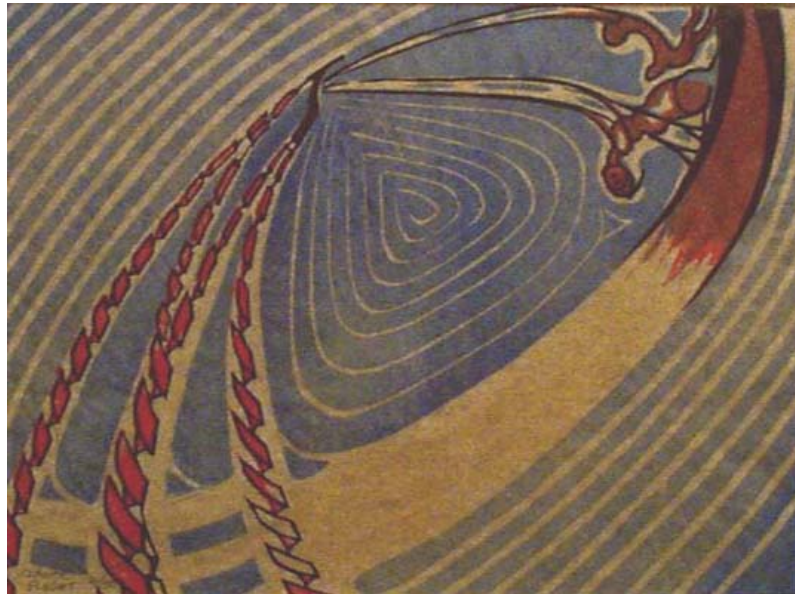
<sup>6</sup> v. D. Acton, *A Spectrum of Innovation Color in American Printmaking 1890-1960*. WW. Norton & Company, New York, 1991, p. 17.

<sup>7</sup> v. I. Goldscheider, *Czechoslovak Prints from 1900 to 1970*, British Museum, 1982, p. 27.

<sup>8</sup> v. AA. VV., *La época heroica. Obra gráfica de las vanguardias rusa y húngara 1912-1925*. IVAM, 1990, p.16.

difusión internacional. Organizó también un total de ocho exposiciones de carácter anual de linograbado británico, de 1929 a 1937.

Su obra conocida comprende 64 linograbados en color realizados entre los años 1919 a 1939. Estos linograbados polícromos los estampaba sobre papel de calco fino pegado a un papel grueso de color negro o marrón. En algunos de ellos empleaba técnicas particulares en las que imprimían sobre el dorso de la hoja de papel de seda y usaba su transparencia para permitir que el color sangrara a través de la cara vista. En otros atenuaba el conjunto de la tonalidad con impresiones sobre el dorso del papel de seda previamente teñido de color amarillo-ocre<sup>9</sup>.



---

**Claude FLIGHT**

*Swing-Boats* (1924)

linograbado. 22 x 28 cms.

---

<sup>9</sup> v. F. Carey / A. Griffiths, *Avant-garde British Printmaking, 1914-1960*, British Museum Publications, London, 1990, pp. 75-76.

Los artistas ingleses seguidores de Flight, Cyril E. Power (1872-1951) y Sibil Andrews (1898-1992), que en estrecha colaboración con él realizaron una extensa obra con el linograbado polícromo. Fueron destacados alumnos suyos en la Heatherley's School of Fine Arts de Londres y le ayudaron en la enseñanza de este procedimiento en la Grosvenor School of Modern Art. Tanto en lo que se refiere a la técnica como a la temática, la obra realizada por ambos, Power y Andrews, guarda muchas similitudes<sup>10</sup>.

Ben Nicholson (1894-1982), hijo del creador del cartel xilográfico William Nicholson, famoso por su obra pictórica, tiene una pequeña pero significativa obra linoleográfica, realizada desde finales de los años veinte, en la que destacaríamos una gran preocupación e interés por las innovaciones en los materiales y herramientas. En sus estampas, se reafirma su propio estilo pictórico, que se caracteriza por la concisión en la expresión de grafismos, por su lirismo y por la complejidad de los fondos, que solía texturar con abrasivos. La estampación la realizaba tanto sobre papel como sobre algodón<sup>11</sup>.

A Pablo Picasso (1881-1973), que realizó su primer linograbado, "Cabeza de mujer", en 1939, se le puede considerar como un gran renovador de la técnica del linograbado en varios sentidos, tanto en su concepción como recurso plástico, como en el aspecto textural y en lo relativo al color. Trabajó con distintas herramientas: gubias, escofinas, cepillos de alambre, etc. En cuanto al color, experimentó con el método "reductivo" o de "plancha perdida", con el que estampaba sucesivamente una misma plancha con varias tintas<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> Ibídem, pp. 79-89.

<sup>11</sup> Ibídem, pp. 90-97.  
v. Catálogo, *Ben Nicholson. Retrospective de l'Ouvre graphique 1925-1969*. The Victoria & Albert Museum. The British Council, London, 1977, p. 103.

<sup>12</sup> En el método de la *plancha perdida* se graban las formas que corresponden al primer color y se hace la tirada completa del mismo; se continúa grabando sobre la matriz, eliminando materia hasta

Realizó lo que él llamaba “pruebas enjuagadas”, consistente en imprimir varios linóleos con tinta blanca sobre papel blanco y, a continuación, tapar la prueba con aguadas de tinta china. Después, debajo de una ducha enjuagaba la estampa con agua, logrando que la tinta se disolviera sobre el blanco impreso, tiñendo el papel y dejando unas ligeras tonalidades.

Ya en 1906, Picasso efectuó unos primeros ensayos de estampación con celuloide.

En lo que se refiere a la intervención del soporte linóleo, el grabador inglés Michael Rothenstein (1908-1993), realizó el mordentado de la superficie de la plancha con sosa cáustica, lo que él llamaba “*etching on linoleum*”<sup>13</sup>. Al actuar este mordiente sobre el contenido oleoso del linóleo, deja su superficie rugosa y graneada, con una intensidad variable según el tiempo que actúe sobre la plancha y su concentración. Después de dejar actuar esta sustancia, ponía la plancha debajo del grifo de agua caliente y frotaba la superficie mordida con un cepillo para eliminar los restos de materia erosionada. Para graduar y modificar la superficie lisa del linóleo y contrastar entre la graduación de los tonos y el corte definido, utilizaba barniz de grabado como protección para las áreas que no iban a ser mordidas. La sosa era salpicada o derramada sobre la superficie y, debido a la grasa que contiene el linóleo, estas manchas tomaban inmediatamente una forma orgánica definida, sin expandirse<sup>14</sup>.

---

conseguir la forma correspondiente al segundo color, que se estampará sobre las impresiones del anterior y así sucesivamente con todos los colores que intervengan en la obra.

<sup>13</sup> v. M. Rothenstein, *Frontiers of Printmaking*. Studio Vista, London, 1972, p. 27.

<sup>14</sup> La sosa cáustica se diluye en agua según una proporción aproximada, para evitar una excesiva agresividad sobre la plancha: una cucharada de sosa por medio litro de agua. Un ataque superficial dará lugar a un tono ligeramente granulado y uno prolongado dará espacios blancos.

v. W. Chamberlain, *Grabado en madera y técnicas afines*. Blume, Madrid, 1988, pp. 72-73.



---

**Michael ROTHENSTEIN**

*Turkey and Farm Machine III (1959)*

linograbado. 56'3 x 86'5 cms.

Józef Gielniak (1932-1972) practica durante los años sesenta lo que él denomina “*engraving on linoleum*” y que consiste en trabajar con un buril de xilografía a contrafibra construyendo imágenes de una gran minuciosidad, técnica insólita para este tipo de material. La estampación es realizada a mano, con papeles japoneses o chinos bastante finos y tinta de impresión bastante densa. La limpieza de las planchas la lleva a cabo con gasolina, disolvente que, según afirma, preserva muy bien esas tallas tan finas<sup>15</sup>.

En cuanto a la xilografía mencionaremos algunos artistas que han trabajado con maderas transformadas y otros materiales alternativos. Entre ellos, volveremos a mencionar a Michael Rothenstein ya que es uno de los artistas que más han experimentado con las técnicas de grabado en relieve, tanto en lo que se refiere a la utilización de matrices alternativas

---

<sup>15</sup> v. F. Eichenberg, *The Art of the Print: masterpieces, history, techniques*. Harry N. Abrams Publishers, New York, 1976. pp. 156-157.

como a los modos de grabar sobre ellas. Ha realizado asimismo una importante labor docente y ha escrito varias obras sobre grabado en relieve experimental, que podríamos considerar fundamentales: *Linocuts and Woodcuts* (1962), *Frontiers of Printmaking* (1966) y *Relief Printing* (1970).

Rothenstein emplea para grabar sobre el taco herramientas tanto manuales como eléctricas: lijadoras de disco y de cinta, taladros para desbistar tanto en plano como en ángulo y sierra eléctrica para cortar las planchas en “puzzle” y posteriormente ensamblarlas<sup>16</sup>, con un método similar al que practicó Edvard Munch con sus tacos xilográficos, pero de forma más compleja y perfeccionada. Realiza un trabajo libre de talla y, sin un esquema de trabajo predeterminado, ataca el bloque de madera con la misma libertad a la que podría enfrentarse con una obra pictórica. Con este tipo de herramientas eléctricas puede conseguir un modo de trabajo más espontáneo, reduciendo las limitaciones del medio inherentes al trabajo de talla. Emplea técnicas mixtas tales como xilografía, serigrafía y planchas de metal en relieve para impresión tipográfica<sup>17</sup>.

El artista uruguayo Antonio Frasconi (1919) es uno de los artistas actuales que más aportaciones ha realizado a las técnicas de grabado en relieve, con una importante obra exclusivamente xilográfica, tanto en blanco y negro como en color. La selección de la madera apropiada, la utilización de su grano y textura y el uso de tintas opacas y transparentes son factores que juegan un papel importante en la concepción de su obra. Cultiva la estampación manual como un arte. Sus grabados abarcan desde minúsculas obras en blanco y negro hasta enormes trípticos elaborados con más de una docena de colores. Ha realizado numerosos libros de

---

<sup>16</sup> v. S. Turner, “Power Print” en *Printmaking Today*, winter 1990/91, London, pp. 11-13.

<sup>17</sup> v. J. Heller, *Printmaking today*. Holt, Binchart & Winston, New York, 1976, pp. 176-177.

artista y ha desempeñado conjuntamente la labor de grabador, diseñador y editor<sup>18</sup>.

El norteamericano Carol Summers (1925) cultiva un nuevo tipo de técnica xilográfica, que podría denominarse “*frottage*”, pues la tinta es aplicada al dorso del papel en lugar de al bloque de la madera. Sus obras son inconfundibles, trabaja con grandes y simples formas estilizadas, con una temática centrada en el paisaje y en la arquitectura.

Su manera de trabajar es la siguiente: corta las planchas de contrachapado muy profundamente; después las coloca en un marco que realiza la función de registro; pone una hoja de papel sobre la plancha sin entintar y extiende mediante pequeños rodillos, delgadas películas de tinta grasa sobre el papel. Las planchas se entintan de esta forma por separado, y a continuación se rocía mediante un atomizador la totalidad de la stampa, con una fina capa de alcohol; entonces los colores se desplazan ligeramente y adoptan un aspecto acuarelado. A veces combina el método tradicional de extender la tinta con rodillo sobre el taco y la aplicación de tinta sobre el papel, como acabamos de mencionar<sup>19</sup>.

La artista estadounidense Wörden Day (1916) suele trabajar con maderas manufacturadas y usadas: chapas de madera, contrachapado, maderas encontradas, etc. Utiliza troncos de árbol, chapas de madera, para una misma obra, realizando sobreimpresión con color de estos materiales que poseen diferentes texturas. Termina las sobreimpresiones con un entintado en blanco. El también estadounidense Seong Moy (1921) ha experimentado igualmente con el uso de dichas maderas manufacturadas: contrachapados, tablero de fibras, Tablex.

---

<sup>18</sup> v. D. Acton, 1991, op.cit., p. 224.

<sup>19</sup> v. J. Ross & C. Romano, *The Complete Printmaker*. The Free Press, Nueva York, y Collier-Macmillan, Londres, 1972, pp. v. D. Acton, 1991, op.cit., p. 230. v. J. Heller, 1976, op.cit., p. 176.

Entre los artistas que recurren a matrices que no derivan de la madera podemos citar al escultor William Kent, que desde 1963 realizó una peculiar forma de grabado en relieve. Para ello utilizaba placas de pizarra tallada para conseguir bajorrelieves. De ahí partió la idea de emplear este material como matriz de grabado, entintando las placas y estampándolas sobre papel japonés, en seco o en húmedo. Utilizaba bloques de gran tamaño, aproximadamente de 100x150 cms y los trabajaba con herramientas propias de la talla sobre piedra. Usaba también el chorro de arena con plantillas especiales de esta técnica, pegadas a la piedra a modo de reservas. Estampaba exclusivamente sobre tejidos, principalmente tela de algodón o también satén<sup>20</sup>.

El norteamericano Arthur Deshaies (1920) trabajó durante los años sesenta con planchas de yeso que él mismo moldeaba, para conseguir con ellas un tipo de matriz de menor dureza que las matrices tradicionales de madera y linóleo. Para grabar empleaba herramientas de grabado, cinceles, herramientas eléctricas, cepillos de alambre, lijadoras y “herramientas inventadas”<sup>21</sup>.

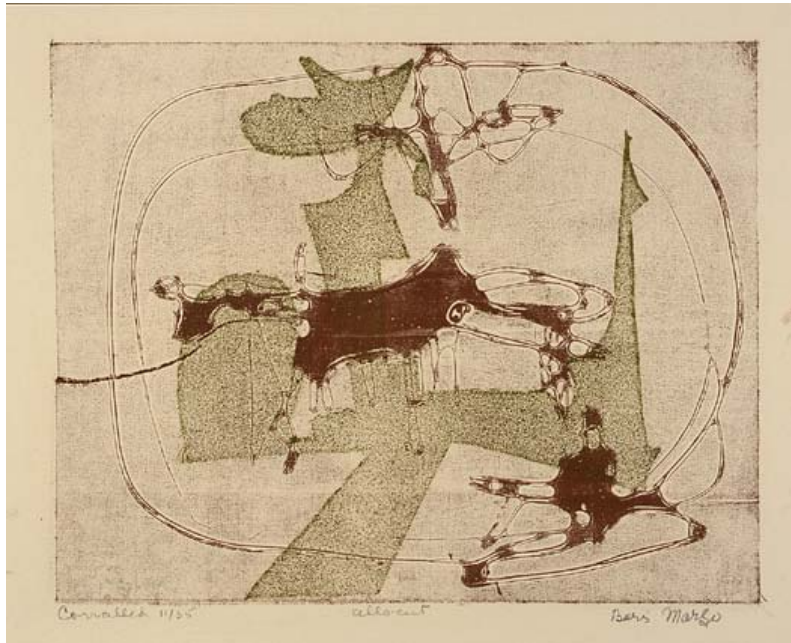
Respecto a los materiales plásticos, diremos que este mismo artista experimentó con ellos durante los años cincuenta, empleándolos como matrices para el grabado en relieve, y especialmente el metacrilato (lucite o plexiglás son sus nombres comerciales más comunes en EE.UU.), grabando su superficie con instrumentos propios de la xilografía, tanto manual como eléctrico, realizando la estampación en relieve. Se sirvió de este material para conseguir planchas de gran tamaño.

---

<sup>20</sup> v. F. Eichenberg, 1976, op.cit. p. 156.

<sup>21</sup> v. J. Heller, 1976, op.cit., p. 174.





---

**Boris MARGO**

*“Corraled” from the Portfolio No. 1 (1945)*

Color Cellocut, 22'5x28'3 cms.

El ruso Boris Margo (1902-1995 EE.UU.) también realizó una interesante obra gráfica en su experimentación sobre las posibilidades de los plásticos como matriz para el grabado. Sus primeros trabajos evolucionaron a partir del uso de la punta seca sobre celuloide, que era el plástico más común de aquella época. Después, en los años treinta, se construye él mismo la plancha partiendo de una base de metal o de madera, en la que disuelve celuloide mediante acetona, y dará lugar a un molde plástico. Esta técnica, que él llamó “cellocut”, le permitía, una vez seca y endurecida la superficie de la matriz, el poder trabajar con herramientas tanto de grabado en relieve como de grabado en hueco.

También realizaba impresión de texturas cuando el celuloide todavía tenía consistencia gelatinosa, o bien le introducía objetos. Otra forma de aplicación de la acetona era mediante chorros finos con una botella,

dando lugar a un peculiar trabajo de línea. Una capa de barniz de celuloide más espeso podía también ser derramado sobre la plancha para crear imágenes en altorrelieve<sup>22</sup>.

La pintora y grabadora Anne Ryan (1888-1954) realizó xilografías polícromas con una técnica innovadora<sup>23</sup>. Su procedimiento era el siguiente: no usaba más de tres tacos de madera, para tallar empleaba cuchillos, pequeños cinceles y herramientas de grabado en hueco y grababa libremente sobre los blandos tacos de contrachapado de pino. Cada una de sus xilografías constituye casi un monotipo. Aplicaba las tintas grasas con los dedos, con pequeños rodillos y con sobreimpresión de planchas. Estampaba mediante bruñido sobre el dorso del papel, normalmente con la palma de la mano o con una cuchara de madera.

Las superficies pictóricas por ella creadas son semejantes al efecto que da la pintura a la encáustica. Después de realizada la impresión, a menudo la iluminaba de forma manual con acuarela o lápices pastel.

Utilizaba papel japonés con cuerpo, a veces empleaba papel tela de color negro para que las tintas adquirieran una saturación y una luminosidad particular, que le permitiera conseguir efectos de transparencia a través de las finas capas de tinta que aplicaba.

No dejaremos sin citar en este apartado de aportaciones al máximo exponente en nuestro país de la xilografía a contrafibra contemporánea, el artista francés François Marechal (1938). Trabaja con diferentes técnicas xilográficas y una amplia gama de matrices, entre las que destacamos como aportación las de PVC rígido, cuya dura superficie le permite conseguir una nitidez y versatilidad de línea, necesaria para sus complejas imágenes.

---

<sup>22</sup> v. D. Acton, *op.cit.*, p. 178.

<sup>23</sup> *Ibidem*, p. 176.





---

Vojtech PREISSIG

“La casa” (1929)

Linograbado, 14'6x14'6 cms.



**LA MADERA MACIZA COMO MATRIZ EN EL  
GRABADO EN RELIEVE SUSTRATIVO**

Capítulos:

**II. MADERA NATURAL**



## II. MADERA NATURAL

Se denomina madera al conjunto leñoso (xilema) que forman el tronco, las raíces y las ramas de los árboles, excluida la corteza<sup>24</sup>. También se entiende por madera las partes de un árbol que son económicamente aprovechables, por lo general el tronco y también las ramas y raíces.

La madera es una materia fibrosa producida por un organismo vivo, el árbol, formado por un conjunto de células especializadas en tejidos que llevan a cabo tres funciones básicas: conducción de la savia, transformación y almacenamiento de los productos vitales y sostén del vegetal. Posee una propiedad inherente a todos los seres vivos, que es la diferenciación individual; cada árbol es distinto y, dentro de un mismo ejemplar, las características de la madera son variables según sea su posición con respecto al eje y a la altura del suelo.

Esta variabilidad los diferencia de materiales como los metales y los plásticos, pues dentro de una misma especie puede tener marcadas diferencias según el clima, el suelo, la orientación o incluso entre una u otra parte de un mismo árbol.

---

<sup>24</sup> Los árboles son vegetales leñosos que presentan las siguientes características:

- Son plantas vasculares, es decir, tienen tejidos conductores: xilema y floema. El xilema está lignificado y constituye la madera, y el floema es la corteza.
- Son plantas perennes.
- Tienen un tallo principal que persiste de un año a otro. En el caso de los árboles se denomina tronco.

v. AA.VV., *Guía de la madera*, Asociación de Investigación Técnica de las industrias de madera y corcho (AITIM), Madrid, 1994, p. 29.



Tiene una vida condicionada por los cambios de humedad que provocan contracciones y deformaciones. Absorbe agua del medio externo, para cederla después en ambiente seco, hecho que conlleva deformaciones morfológicas y volumétricas. Es destruida por el fuego y atacada por multitud de organismos vivos, especialmente insectos y hongos. Sus fibras pueden deformarse enormemente al ser sometidas a una carga, y esta deformación se convierte en permanente si ha sufrido la carga de forma continuada.

Esta falta de homogeneidad se refleja en sus propiedades físicas y mecánicas, que dan lugar a la denominada *anisotropía* de la madera, es decir, el comportamiento desigual de la madera frente a una propiedad física o mecánica, según la dirección en que se considere.

Habitualmente todos los vegetales, y especialmente los leñosos, están constituidos por los siguientes componentes químicos: 50% de carbono, 6% de hidrógeno, 43% de oxígeno, y por tres tipos de sustancias orgánicas: celulosa (40-50%), hemicelulosas (20-25%) y lignina (24-28%)<sup>25</sup>. La madera posee además otros componentes en una proporción aproximada de alrededor de un 6%, formados por resinas, grasas, ceras, sustancias tanínicas, sustancias incombustibles y colorantes.

Desde el punto de vista de material para ser empleado por el ser humano, encontramos como ventajas su facilidad de manejo y de transformación, el poder ser tallada, su escasa densidad, su textura, resistencia y las propiedades aislantes, térmicas y acústicas. Entre sus

---

<sup>25</sup> La celulosa, sustancia macromolecular, constituye el tejido de sostén del árbol. La lignina es el agente que liga las fibras de celulosa, como si fuera un "cemento" de unión y le confiere rigidez a la madera. La acumulación de lignina en las membranas de las células se conoce como lignificación. La lignina es la principal responsable de que los árboles puedan alcanzar grandes alturas y resistir la acción del viento y la nieve. Las hemicelulosas son hidratos de carbono que hacen que las células se adhieran unas a otras.

v. *Ibidem*, pp. 34-35.

v. F. Arredondo, *Madera y corcho*. E.T.S. Ingenieros de Caminos, Madrid, p. 7.

inconvenientes podemos mencionar la inestabilidad dimensional, debida a su naturaleza higroscópica, la putrefacción, inherente a todo material orgánico y la combustibilidad.

El conocimiento de la naturaleza y propiedades de la madera será fundamental a la hora de abordar este material como medio de trabajo, con el fin de conseguir el máximo rendimiento del mismo. Es de gran importancia establecer una relación entre su desarrollo y su estructura y entre ésta y sus propiedades particulares.



## II.1. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

### II.1.1. Estructura microscópica

La madera está formada por una masa de células de estructura tubular, unidas mediante una sustancia química llamada lignina. Estas células son largas y delgadas y discurren en su mayor parte longitudinalmente con respecto al eje del tronco. Su tamaño y distribución varían según las especies, dando lugar a maderas de textura fina o gruesa.

Las células de la madera deben cumplir distintas funciones y debido a este factor su conformación varía. Dichas funciones son tres: transportar el agua y sustancias disueltas en ella, sostener el desarrollo del tronco en sentido estático y proporcionar al árbol los nutrientes necesarios<sup>26</sup>.

Los tejidos que conforman la madera de los árboles y cómo se desarrollan las diferentes misiones que realizan, nos hacen establecer dos grandes grupos: **coníferas** (*gimnospermas*) y **frondosas** (*angiospermas dicotiledóneas*). Las coníferas poseen unas células que constituyen el principal elemento de su madera, las llamadas traqueidas, que realizan dos funciones: por una parte la conducción de la savia y sostén, y por otra les proporciona resistencia y cumplen la misión de los vasos capilares, aunque no lo sean propiamente. Los árboles frondosos, en cambio, tienen células conductoras (o vasos capilares), que pueden ser ocasionalmente de sostén y/o de almacenamiento.

Para la función de sostén están las células de sostén o fibras de madera, que son células estrechas de membrana gruesa, y que encajan unas con otras. Forman la masa principal de los árboles frondosos y les confieren resistencia. Las coníferas por contra carecen de ellas, puesto

---

<sup>26</sup> v. F. Arredondo, 1992, op.cit., p. 5.

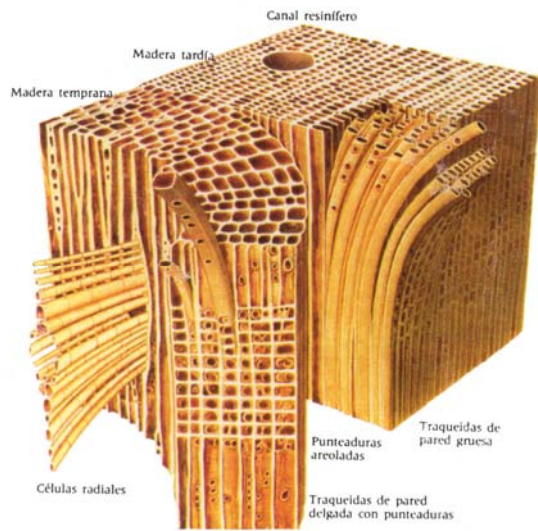
que el tejido que les permite soportar su propio peso son unas células muertas lignificadas, llamadas traqueidas. Disponen además de paredes celulares muy gruesas, con unas propiedades físicas y químicas determinantes a la hora de valorar su resistencia y dureza.

Las células de almacenamiento o de nutrición se encuentran tanto en las frondosas como en las coníferas. Constituyen el almacén de sustancias estructurales en todas las partes leñosas del árbol. Se encuentran situadas en el sentido de la fibra, en el eje principal, y también transversalmente, denominándose entonces radios medulares.

Los vasos capilares, las traqueidas y las células de almacenamiento tienen aberturas pequeñas en sus paredes, llamadas punteaduras. A su través ocurre el intercambio de agua y sustancias vitales, de célula a célula.

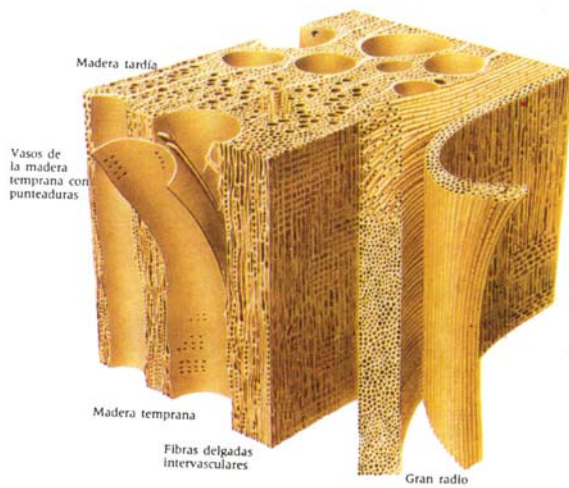
Todos estos elementos colaboran en la resistencia mecánica de la madera, encomendada principalmente a las células de sostén en las frondosas, y a las traqueidas en las resinosas o coníferas.

En algunas coníferas, como el pino silvestre, piceas y alerces, se dan los conductos resiníferos, que son los que les proporcionan el característico olor a madera y la hacen difícil de tallar. Estos conductos se hallan alineados con las células parenquimatosas que producen la resina. Otras coníferas, como el abeto, el ciprés y el tejo, no poseen conductos resiníferos, estando la resina situada en la corteza (*fig. 1, 2 y 3*).



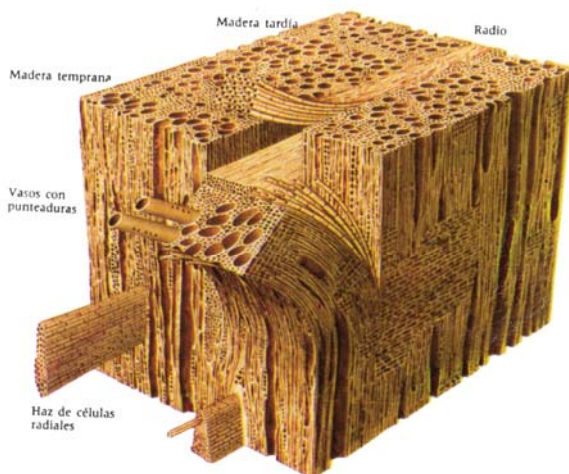
Estructura celular de las coníferas (pino silvestre).

fig. 1



Estructura celular de las frondosas de poros distribuidos en anillos (roble).

fig. 2



Estructura celular de las frondosas de poros dispersos (haya).

fig. 3

El tejido de nutrición de las frondosas tiene como finalidad el almacenamiento de nutrientes que consume el árbol en época invernal. Este tejido es de mayor importancia en las frondosas ya que en las coníferas los nutrientes van pasando por capilaridad y presión osmótica, de una célula de traqueida a otra<sup>27</sup>.

Las células de las frondosas muestran una diferencia acusada entre las que llevan agua y nutrientes y las que proporcionan rigidez y resistencia. Las células de almacenamiento son similares en función y estructura a las de las coníferas, pero son más abundantes y variables.

La complejidad de la estructura de las frondosas es mayor que la de las coníferas, pues entran en su composición más tipos de células. También los radios leñosos ofrecen más variedad en sus dimensiones, a veces son muy finos, como en el castaño y en el chopo, y otras visibles a simple vista, como en el roble o en el haya. Este carácter, que es bastante utilizado en la identificación de las maderas frondosas, en las coníferas no resulta representativo. En cambio, mientras que las frondosas presentan los vasos apreciables a simple vista (en algunos tipos de maderas), las coníferas carecen de ellos.

### II.1.2. Estructura macroscópica

Se entiende por estructura macroscópica de la madera aquella que se estudia a simple vista. Para realizar el estudio de esta estructura, dada la heterogeneidad del material, basta con seccionar un tronco transversalmente a su eje (*corte de testa*), luego obtener una sección longitudinal que pase por el mismo eje (*corte radial*) y finalmente otra sección longitudinal paralela a la anterior, pero situada entre el eje y la

---

<sup>27</sup> v. L. Palaia/V. Galvañ/J.M. Valiente, *Maderas*. E.T.S. Arquitectura, Universidad Politécnica de Valencia, 1991, p. 5.

corteza (*corte al hilo*). Cada uno de ellos nos permitirá observar los componentes estructurales de diferente manera, tal y como explicaremos al final de este apartado.

El aspecto de la madera y su estabilidad vienen determinados por el plano de corte, en relación con los anillos de crecimiento, que es donde se ve reflejado el desarrollo del árbol y que varían considerablemente según sea el tipo de árbol y, sobre todo, según las condiciones climáticas del entorno donde vive. Hay especies de crecimiento lento, como el boj, que forman anillos muy estrechos y otras de crecimiento rápido, como los pinos y álamos, que formarán anillos de considerable anchura.

Este factor varía aún dentro de un mismo árbol, siguiendo variaciones anuales de las condiciones en las que vive. Los árboles que crecen en un suelo fértil, formarán anillos más anchos que los que lo hagan en un suelo escaso en nutrientes, al igual que en los árboles que crecen separados unos de otros, cuyos anillos serán mayores que en los que crezcan muy juntos y con poco espacio de terreno.

Los cambios estacionales afectan al crecimiento y se reflejan también en la amplitud de los anillos. Cuando las condiciones son anormales, como en una sequía prolongada, puede detenerse el crecimiento, formándose “falsos anillos”.

Al hacer la sección transversal de un árbol, se comprueba que la amplitud de un anillo no es igual en las distintas zonas de su perímetro. Empezando por la capa exterior, se pueden apreciar las siguientes agrupaciones celulares, fácilmente diferenciables (*fig. 4*):

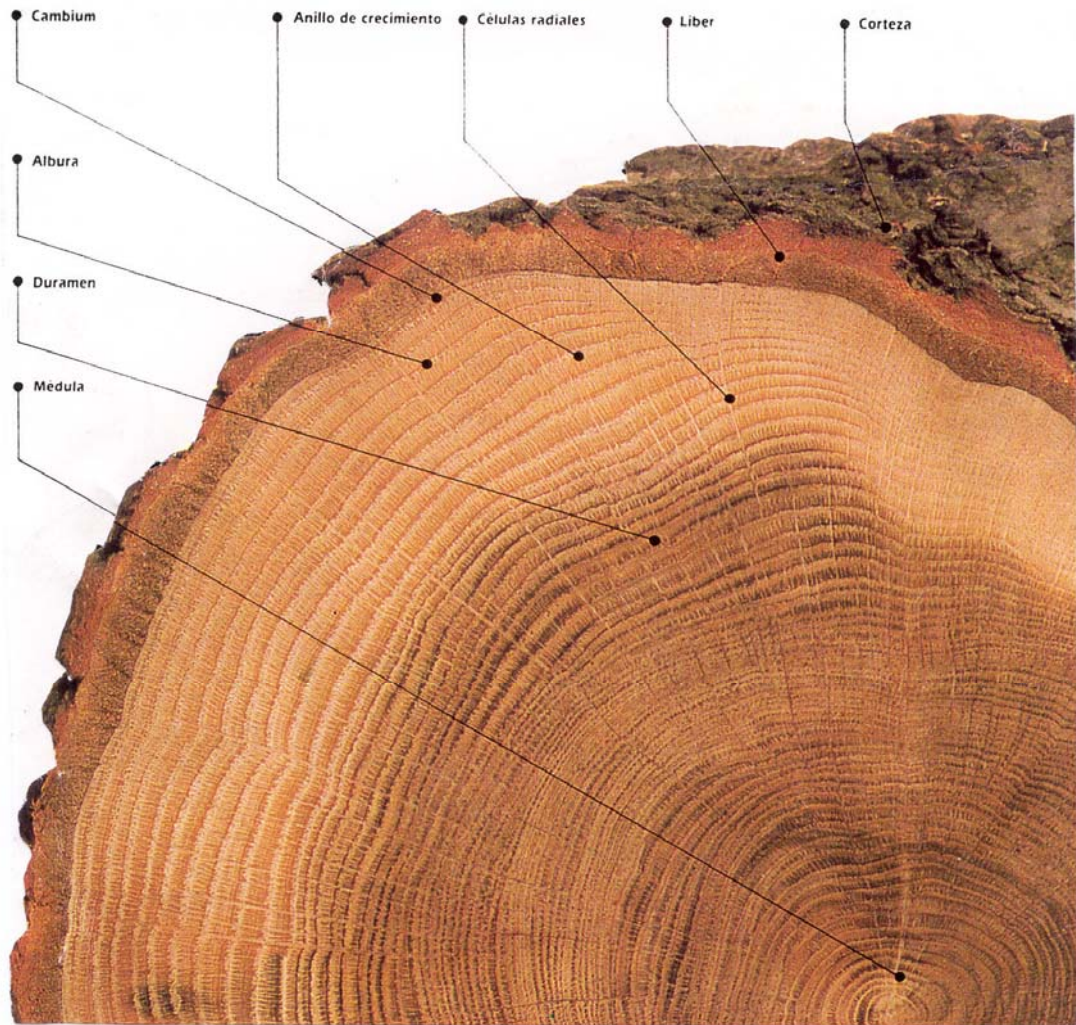


fig. 4 Estructura macroscópica de la madera

- ◆ La **corteza**, floema o capa perimetral, que es de espesor irregular, presenta dos zonas: externa o epidermis, formada por células muertas, y la interna o liber, formada por células vivas. En la capa epidérmica se distingue el corcho, que se presenta contiguo al liber. La finalidad de la corteza es la de proteger el crecimiento del árbol.
- ◆ El **cambium** o capa generadora, mediante la cual el árbol crece en grosor. Rodea sus partes vivas y durante los procesos de crecimiento



activo sus células se dividen dando lugar a nuevas células leñosas por la cara interna y a células floemáticas por la externa. De esta forma la madera nueva se superpone al núcleo de leño preexistente. Si las condiciones de crecimiento son desfavorables, el leño se superpone, formando capas estacionales de desigual grosor, dando lugar a los *anillos de crecimiento*.

Parte de las células del cambium pasarán a formar parte de la corteza y otras formarán la albura.

- ♦ La **albura**, en ella tienen lugar dos importantes funciones: la conducción de savia y el almacenamiento de sustancias nutritivas. Su espesor es muy variable de una especie a otra (el haya es casi toda albura, al igual que el chopo o el fresno). Por ella suben los líquidos que toma el árbol, desde la tierra hasta las hojas, bajando por la parte viva de la corteza o líber. Esta zona, al contener azúcares, almidones, sales, es más fácilmente atacada por los organismos xilófagos<sup>28</sup>.

Conforme crece el árbol se forma un nuevo anillo de albura alrededor del crecimiento del año anterior. La capa más interna de la albura, al desplazarse lejos de la zona de crecimiento activo, muere y el contenido de sus células sufre transformaciones químicas y físicas. Las nuevas sustancias producidas suelen oscurecer la madera, dando lugar al duramen.

- ♦ El **duramen**, posee una coloración bastante más oscura que la albura, distinguiéndose perfectamente ambas zonas<sup>29</sup>. Contiene menos

---

<sup>28</sup> v. F. Spannagel, *Tratado de ebanistería*. Gustavo Gili, Barcelona, 1980, p. 12.

<sup>29</sup> La albura suele ser de color claro, en contraste con el color más oscuro del duramen. Esta diferencia no es tan evidente en las maderas claras, y sobre todo en las maderas blandas. Se suelen distinguir entre árboles de albura, que no poseen duramen y la madera entera está llena de savia, por lo que presenta una coloración clara (Ej. abedul); árboles de duramen, con duramen y albura, distinguiéndose el primero por su color más oscuro (Ej. cerezo); árboles de duramen claro, que tienen la madera central endurecida, pero sin haber oscurecido (Ej. abeto rojo); y árboles de duramen

humedad y es más duradera, por estar sus células impregnadas de taninos, resinas y sales minerales, que son compuestos estables.

El duramen va creciendo de tamaño, mientras el grosor de la albura permanece prácticamente constante durante toda la vida del árbol.

Tanto en la albura como en el duramen se pueden distinguir los mencionados anillos de crecimiento, que presentan diferente coloración según sea la estación o el período vegetativo en el que se han originado.

- ◆ La **médula** se encuentra en la parte central y consiste en un tejido poroso del que parten los radios medulares.
- ◆ Los **radios leñosos** o células radiales, se extienden a partir del centro del árbol, formando delgadas franjas verticales difíciles de ver en las coníferas, pero muy marcadas en algunas frondosas, como el roble, en las que dan lugar a superficies con cambios de tonalidad y brillo.

Tienen importancia en las propiedades de la madera, aumentando la resistencia a la compresión radial. Cuando son anchos, forman unas manchas oscuras llamadas *espejuelos*<sup>30</sup>.

El duramen desempeña un papel pasivo en el crecimiento del árbol, pues está formado por la albura antigua. Las células muertas del duramen hacen que las paredes celulares cambien de colorido, dando lugar al variado color de las maderas y aportando resistencia frente al ataque de hongos e insectos<sup>31</sup>.

---

*claro y oscuro*, que presentan los tres tipos de madera: albura, duramen claro y duramen oscuro (Ej. fresno).

<sup>30</sup> Los espejuelos aparecen como rayas brillantes o como manchas más o menos vistosas.  
v. AA.VV., AITIM, 1994, op.cit., p. 32.

<sup>31</sup> v. A. Jackson/D. Day, *Manual completo de la madera, la carpintería y la ebanistería*. Ediciones del Prado, Madrid, 1993,, p. 11.

En las zonas templadas, debido a las variaciones climáticas, el árbol no crece de manera uniforme durante todo el año. La época de desarrollo abarca de abril a finales de septiembre. Las células formadas en primavera son anchas y de paredes delgadas, por lo que su masa es porosa, componiendo la madera temprana o de primavera. La madera de verano o madera tardía está constituida por células apretadas y de paredes espesas, por lo que forman una capa más dura y compacta<sup>32</sup>.

Al iniciarse la formación de un anillo de crecimiento la vida vegetal es intensa y requiere gran circulación de savia, constituyendo la madera primeriza o de rápida producción. Al acercarse el fin de su período de desarrollo aumenta la cantidad de fibras y su espesor, constituyendo la madera tardía, de lenta formación. La zona de madera tardía del anillo es diferenciable de la de la primavera por su coloración más oscura. En la mayoría de coníferas y en algunas especies de frondosas se manifiesta en la formación de anillos muy destacados.

En los trópicos, al ser el crecimiento continuo durante todo el año, los anillos suelen ser irregulares y poco marcados. El número de éstos varía según los períodos de sequía y de lluvia, por lo que el número de anillos puede ser doble o triple que la edad de la planta. En cambio, en los países templados el número de anillos indican con exactitud el número de años de la vida de un árbol.

Distinguiremos, por lo tanto, en un mismo anillo dos zonas limítrofes: la interna, blanda y pálida, con abundantes vasos circulatorios, llamada *madera temprana*, que corresponde a la estación lluviosa, y otra más externa, fina, compacta, y más oscura, llamada *madera tardía*, formada durante la estación cálida. En Europa, la madera producida en primavera está formada por células más grandes que las de verano-otoño. Por esta

---

<sup>32</sup> v. F. Spannagel, 1980, op.cit., p. 11.

diferencia cromática entre las dos capas de cada anillo es fácil distinguirlos<sup>33</sup>.

La madera tardía se forma al final de la estación vegetativa, en el verano, cuando la disponibilidad de savia en el árbol es pequeña y como consecuencia el crecimiento es menor. Las células poseen paredes más gruesas que en la madera temprana.

La madera temprana o de primavera es la que se forma en el periodo vegetativo, cuando existe un crecimiento intenso de las células. Al tener las células paredes delgadas, son menos resistentes mecánicamente, es decir, que la madera temprana es más débil, ligera y blanda que la tardía.

Una vez analizados los diferentes componentes observables en la estructura macroscópica de la madera, pasaremos a continuación, como dejamos indicado al principio de este apartado, a detallar los tres tipos de corte o secciones (fig. 5).

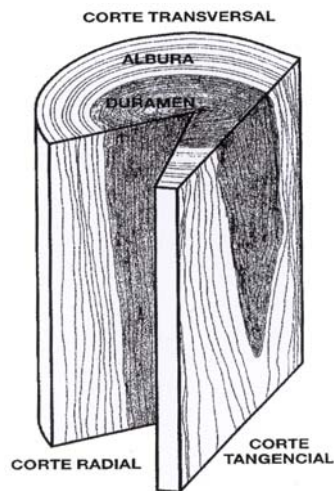


fig. 5 Aspecto de las maderas según el sentido del corte.

<sup>33</sup> v. A. Camuñas y Paredes, *Materiales de construcción*. Ed. Latina Universitaria, Madrid, 1980, p. 218.

a/ **Corte transversal** o “*de testa*”, es perpendicular al eje del tronco. En la superficie del corte se ven, de dentro a fuera: la médula, los anillos anuales, el liber, la corteza y los radios que nacen en la médula. El cambium no se puede reconocer a simple vista. La anchura de los anillos anuales es diferente según el tipo de madera y también puede variar por trastornos climáticos.

Los *poros* (sección de los vasos a través de los cuales circula la savia), se destacan en la madera temprana y dan lugar a la madera semiporosa, o bien, están diseminados por todo el anillo, constituyendo la madera porosa<sup>34</sup>.

Se pueden identificar también los *rayos medulares* (radios leñosos) en algunas maderas frondosas, como en el roble, el haya y plátano. Sobre todo se destacan en el roble y con dificultad en el arce y cerezo, constituyendo los espejuelos. Por contra, en las coníferas no se suelen apreciar a simple vista.

b/ **Corte longitudinal radial** o “*al corazón*”, también llamado corte al cuarto, es el longitudinal que pasa por el centro del tronco. Destacan los anillos anuales en la superficie de corte como rayas más o menos paralelas. Los radios medulares se aprecian en algunas clases de madera, dando un corte radial, como superficies lisas brillantes colocadas transversalmente a los anillos anuales. Al realizar el corte aparece un veteado paralelo muy evidente, las llamadas “vetas anuales”. Los poros de los anillos anuales de las frondosas, que en la sección de testa aparecían como agujeros redondos u ovals, en este tipo de corte se presentan como estrías superficiales.

---

<sup>34</sup> v. F. Spannagel, 1980, op.cit., pp. 11-12.

c/ **Corte longitudinal tangencial** o “*al hilo*”, corre también en el sentido longitudinal pero no por el centro del tronco. Al reducirse el tronco por arriba con sus anillos anuales, aparecen éstos en el corte del cono como parábolas alargadas, con lo que toma la madera su forma *veteada* clásica<sup>35</sup>.

Las piezas de corte “al hilo” por la cara se obtienen con un corte tangencial a los anillos de crecimiento, apareciendo una figura elíptica bastante marcada. En el corte “al hilo” por el canto aparece un *veteado* recto, en el que se aprecian algunas células radiales<sup>36</sup>.



fig. 6 *veteado clásico*.

Existen excepciones en cuanto a la disposición de las fibras de la madera que dan lugar a peculiaridades en el *veteado*, constituyendo más una cualidad plástica que un defecto. Entre ellas tenemos<sup>37</sup>:

- **Fibra ondulada**.- las fibras de la madera siguen una trayectoria sinuosa en dirección paralela al eje del árbol (fig. 7.1).

<sup>35</sup> v. W. Nutsch, *Tecnología de la madera y del mueble*. Reverté, Barcelona, 1992, pp. 26-27.

<sup>36</sup> v. A. Jackson/D. Day, 1993, op.cit., p. 12.

<sup>37</sup> v. Vignote,S/Picos,J/Zamora,R. *Características de las principales maderas utilizadas en Bizkaia*. TECNOLOGÍA Y APLICACIONES. Diputación Foral de Bizkaia, 2000, pp. 33, 34.



fig. 7.1



fig. 7.2

- **Fibra entrelazada.**- la fibra tiene una ligera inclinación respecto del eje del árbol. (fig. 7.2)

El sentido de la inclinación es variable de un año a otro. Es típica de muchas maderas tropicales y puede ser de diferentes tipos:

- ⇒ *Moquetas*- aparecen simultáneamente la fibra entrelazada y la ondulada; ejemplo: sapelly. (fig. 7.3)
- ⇒ *Raíz*- ondulación generalizada de la fibra en el cuello de la raíz, producida probablemente por el engrosamiento de ésta. El veteado es muy vistoso; ejemplo: olmo, nogal americano. (fig. 7.4)
- ⇒ *Verrugas*- excrescencias leñosas constituidas por una acumulación anormal de yemas en una zona de la superficie del árbol; ejemplo: thuya occidentalis. (fig. 7.5)
- ⇒ *Lupias o lupas*- excrescencias leñosas producidas por unas proliferaciones anómalas del cambium originadas por traumatismos repetidos del árbol; ejemplo: olmo, nogal, chopo y arce. (fig. 7.6)



fig. 7.3



fig. 7.4



fig. 7.5



fig. 7.6

- **Fibra revirada**- la fibra de la madera se orienta de forma inclinada respecto al eje del árbol, dando lugar a un crecimiento helicoidal. Tiene origen genético; ejemplo: eucalipto. (fig. 7.7)



fig. 7.7



## II.2. APARIENCIA DE LA MADERA

Las características estructurales detalladas anteriormente aportan a la madera una serie de propiedades de apariencia y comportamiento muy variadas, por lo que vamos a intentar dar una escueta serie de anotaciones que nos permitan identificar las distintas clases de madera y las características que se deben tener en cuenta al seleccionarlas para el trabajo de grabado en relieve.

Las características externas o de *apariciencia de la madera* podríamos concretarlas en cuatro aspectos fundamentales: grano, textura, veteados y color.

### II.2.1. Grano

Hace referencia al tacto de una madera, que depende principalmente del tamaño de las células que lo componen y de su alineación con el eje longitudinal del tronco: *grano fino*, equivale a tacto suave, debido a células pequeñas y rectas; *grano basto*, se dice al tacto basto de la madera, bien por células muy grandes o por su dirección irregular. Suele utilizarse imprecisamente para describir el aspecto de la madera.

Es más o menos continuo y recto en los árboles que crecen derechos y de manera uniforme, aunque también existe el grano irregular, que no sigue una pauta en cuanto a dibujo o veteados. Esto ocurre cuando las células de la madera se desvían de este eje principal y forman pequeñas ondas regulares, dando lugar al *grano ondulado* y al *grano revirado* si estas ondas son irregulares.

En muchas maderas tropicales a medida que aumenta el crecimiento va formando espirales alternas que pueden aparecer en forma de bandas. En algunas especies de madera la dirección del grano espiral cambia de

sentido cada pocos años. Esto es lo que se conoce como *grano entrelazado* o *entrecruzado*.

En algunas especies, ciertas zonas de cambium crecen más deprisa o más lentamente que las partes que le rodean, dando lugar a depresiones y ondulaciones en el grano. Esto es debido al crecimiento propio del árbol, al ataque por organismos xilófagos o a esfuerzos ejercidos sobre el tronco.

Si un tronco se bifurca en dos, el punto en el que se separan cada una de las ramificaciones da lugar a una distorsión del grano en ese punto, lo que llamamos *horquilla*. La madera de horquilla da la figura de “palma”.

El grano inclinado se produce cuando la madera no se corta en sentido paralelo al eje longitudinal del árbol, debido a que el tronco está alabeado, o colocado para su corte con una angulación no perpendicular a dicho eje. También puede ser debido a un defecto del árbol.

Las maderas de grano irregular pueden resultar difíciles de trabajar ya que sus células cambian constantemente de dirección, variando la resistencia a la incisión.

El término grano también se utiliza para hacer referencia al corte de la madera (condiciones de talla). El corte “al hilo” significa que los cortes se han hecho siguiendo la dirección del grano; el corte “a contrahilo” se refiere a cortes hechos en sentido contrario a la fibra.

### II.2.2. Textura

Hace referencia a la disposición de las fibras en la superficie de la madera. En sentido estricto es la relación entre la anchura de la madera de otoño o tardía y la anchura total del anillo. Se dice que es *fin*a cuando la relación es pequeña y *grues*a cuando es grande.

Si las células se mantienen constantes durante el desarrollo anual de los anillos, la textura será *lisa*, y si se producen notables diferencias entre madera temprana y tardía, la textura será *irregular*. Mientras más rápido es el crecimiento más desigual y tosca será la textura resultante. Una madera de textura suave tiene poros pequeños, por lo que es más adecuada para los trabajos finos que una madera de textura gruesa. Una madera de textura irregular creará dificultades para ejercer una presión uniforme en el acto de incidir.

En las coníferas está influido por la amplitud de los anillos y el contraste entre madera temprana y madera tardía. La madera tardía es más o menos constante, por lo que un crecimiento rápido supone más madera temprana y, por tanto, textura más gruesa y madera menos resistente. Esto ocurre, por ejemplo, en algunas coníferas como los pinos y alerces, donde existe un marcado contraste entre las células traqueales y en el espesor de las paredes de la madera temprana y tardía.

En las frondosas, por el contrario, la textura vendrá determinada por el tamaño y la distribución de los poros; si éstos son grandes, la textura será gruesa, y si son pequeños y numerosos, la textura será fina. La madera temprana es más o menos constante, por lo que un crecimiento rápido supone más madera tardía y, por tanto, la textura es más fina y la madera más resistente.

### II.2.3. Veteado

El veteado o dibujo es el término que se le da a la apariencia de la madera, cuando se estudia con perspectiva decorativa y está producido por características estructurales, tales como anillos de crecimiento, diferencia entre madera temprana y madera tardía, recorrido de las fibras, radios, grano, nudos y variaciones de color.

En algunas especies el desarrollo de los anillos de crecimiento es muy diferente. Cortando una tabla según un corte radial y paralelo al veteado, no se produce una figura vistosa sobre su superficie sino que aparecen unas líneas paralelas, y quedan los anillos perpendiculares al plano de corte. Si se corta “al hilo” o tangencialmente, al tener el árbol forma cónica, revelará un dibujo en forma de U, en el que las capas de los anillos anuales de crecimiento quedan expuestas por el plano de corte. Realizando un corte paralelo al lado externo del árbol obtendremos un dibujo cónico del anillo de crecimiento. Si se corta paralelamente al eje longitudinal del árbol aparecerá el perfil de un cono truncado.

Según el recorrido de las fibras se habla de *fibras rectas*, cuando discurren de forma paralela al eje del árbol, de *fibras onduladas*, cuando forman ondulaciones en la dirección del eje del árbol, ya sea en el plano tangencial o en el radial, *fibras reviradas*, cuando crecen formando una espiral y *fibras entrelazadas*, cuando crecen en espiral pero con una alternancia en el sentido de giro. La fibra recta supone una mayor facilidad para ser trabajada en comparación a las no rectas, que pueden ser dificultosas pero que ofrecen mayores posibilidades plásticas, en cuanto a su particular textura. Los radios dan lugar a dibujos muy marcados en los cortes radiales, en algunas especies como el haya y el plátano. Esto es debido al contraste entre color, textura y dirección del grano.

El grano, aunque sea poco irregular, siempre producirá un dibujo veteado en cualquier corte longitudinal, siendo este dibujo un dato significativo para la identificación de las maderas. Un grano entrelazado produce un efecto estriado en la superficie obtenida por un corte radial. Un grano irregular, ocasionado por un desigual crecimiento del cambium, da lugar a una gran diversidad de dibujos.

Los nudos proporcionan un dibujo especial, sobre todo por las capas de tejidos duros y oscuros, y son utilizados cuando no se requiere de la

madera aspectos tales como la resistencia y estabilidad, sino que interesan precisamente otros, como la belleza del dibujo.

La cualidad del veteado tiene repercusión en la elección de la madera para grabado, en tanto confirme su uniformidad y dureza, pero no es tan importante por su apariencia decorativa.

#### II.2.4. Color

El color natural de la madera depende principalmente de los pigmentos contenidos en las células, de las proporciones de lignina y celulosa y del grado de mineralización. En general, las maderas duras tienen un color más oscuro que las blandas, pero depende también de la especie, la edad, las condiciones de crecimiento y el clima. Asimismo, las especies de clima templado y frío tienen colores pálidos y las de clima cálido coloraciones más oscuras.

Hay maderas blanquecinas como el chopo y el tilo; marrón muy claro como el manzano, peral o roble; rojizas como el cerezo, el haya y la caoba; amarillas como el boj, hasta negras como el ébano.

En la mayoría de maderas duras y en algunas coníferas el color hace referencia al del duramen y no al de su albura, que es normalmente pálida. Hay ocasiones en que las zonas de albura se infiltran en el duramen dando un gran contraste entre madera oscura y muy clara, el ejemplo máximo se da en el ébano.

El color se suele oscurecer con la exposición al aire y a la luz, debido a procesos de oxidación y reducción. También el ataque de hongos puede producir cambios en el color.

### II.3. ALTERACIONES DE LA MADERA

Los también llamados defectos o fallos de la madera son en realidad alteraciones del crecimiento de un árbol, sobre todo en lo que respecta a su tronco. El término defecto responde más a las dificultades que conllevan a la hora de trabajar la madera. Las alteraciones son variables según el tipo de madera, y ciertas especies están libres de ellas, mientras que otras tienen tendencia a presentarlas.

La madera puede verse afectada por una serie bastante amplia de factores que modificarán su aspecto, su resistencia y su capacidad para ser trabajadas. En general, las maderas más apropiadas para la talla son las que presentan una uniformidad en su superficie, es decir, que no presentan zonas blandas o duras irregularmente distribuidas, aunque estas alteraciones también pueden ser valoradas por su textura como recurso plástico.

Centraremos nuestro estudio en aquellos factores que tengan una posible repercusión en la acción de tallar la madera.

#### II.3.1. Nudos

Es la alteración más frecuente en la madera. Los nudos son inclusiones de la base de una rama en el tronco del árbol, y esto provoca condensaciones de tejido lignificado, que variarán la textura y disminuirán considerablemente la resistencia de la madera, especialmente en los esfuerzos de tracción y flexión.

La existencia de los nudos es debida al desarrollo silvícola del árbol. Cuando crece en una zona muy espesa, las ramas bajas, faltas de luz, caen

sin dejar huella. Cuando vive aislado, sus ramas se hacen muy gruesas en la axila y el nudo queda muy lignificado<sup>38</sup>.

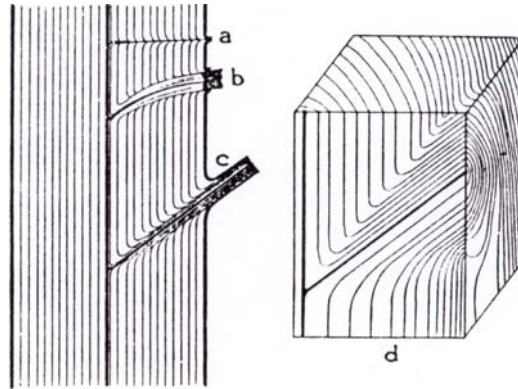


fig. 8

*Desviación de los tejidos por la formación de nudos: a) yema, cuyo pedúnculo es perpendicular a la médula; b) base de una rama muerta; c) rama viva; d) desviación de los tejidos causados por una rama.*

Los nudos pueden diferenciarse en nudos vivos, nudos muertos y nudos interiores. El nudo vivo es el producido por las ramas vivas, cuyos tejidos presentan una continuidad orgánica con el tronco. Estos nudos afectarán ligeramente a las fibras sin ocasionar apenas perjuicio en la robustez de la madera. Su coloración es clara (fig. 8).

Los nudos muertos, indican el lugar de implantación de una rama que ha muerto, y ocasionan la interrupción de los anillos de crecimiento, dando lugar a un muñón que es rodeado por los tejidos del tronco. Los nudos muertos quedan incluidos en la madera y, cuando se sierra ésta, se secan, produciendo un agujero. En estos nudos se observa un anillo oscuro alrededor de su borde exterior, que desaparece al secarse la

<sup>38</sup> v. F. Orus, *Materiales de construcción*. Dossat, Madrid, 1985, p.491.

madera. El diámetro de los nudos varía desde dos o tres milímetros a varios centímetros (fig. 9).



fig. 9

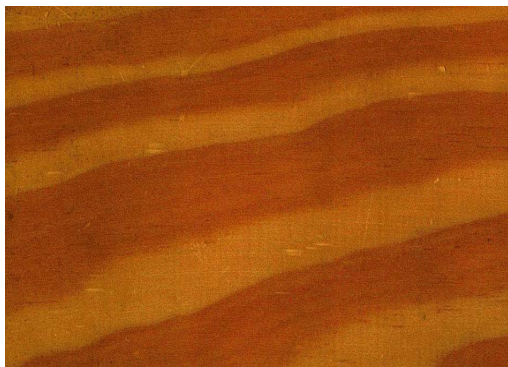
*Defectos de la madera aserrada (nudo grande).*

Según el número de nudos, tamaño, lugar y condición, puede reducirse la resistencia de la madera. Al interrumpir la continuidad de sus fibras, ésta pierde elasticidad, lo que dificulta el trabajo en la misma. Otro inconveniente es que pueden producir un grano irregular, más débil que la madera, y que resulta difícil de tallar, por su tendencia a resquebrajarse. Las tablas de madera con nudos se suelen deformar, debido a la irregular repartición de la humedad en su interior, lo cual representa también una desventaja. Estos inconvenientes tienen su importancia en lo que se refiere a la resistencia de la madera para ser grabada, no así en otros usos que se puedan hacer de ella.



### II.3.2. Madera de reacción

Se produce cuando un tronco o rama se desplaza de su posición normal de crecimiento vertical. El cambium produce un incremento parcial de su actividad que afecta a una parte de su perímetro formando la madera de reacción; más abundante que la de madera normal, da lugar a una excentricidad de los tallos y las ramas y a la alteración de sus propiedades.



En las coníferas, se produce en la cara inferior del tronco inclinado y se la llama *madera de compresión*. En las frondosas, se produce en la parte superior y se conoce por el nombre de *madera de tensión*.

---

*fig. 10 Madera de compresión.*

Contrariamente a la madera normal, la de reacción tiene un gran encogimiento longitudinal, que puede provocar que las tablas de madera se comben ante cualquier cambio de humedad. Se manifiesta normalmente con un marcado crecimiento excéntrico.

Resulta fácilmente identificable en las coníferas, pues es más oscura que la madera que la rodea y se suele presentar vetada longitudinalmente. No hay contraste de color entre madera temprana y tardía. En las frondosas, aparece más pálida o más oscura que la madera normal y es difícil de trabajar.

### II.3.3. Fibra torcida

Se produce cuando las fibras exteriores del árbol crecen más que las interiores. Su disposición es en forma de hélice en torno al tronco y no paralelamente al eje. Este defecto es debido al paso de las raíces de un terreno impermeable a otro profundo y fértil. La resistencia de la madera disminuye y hace muy difícil que se pueda tallar.

### II.3.4. Doble albura

Ocurre cuando, en medio del duramen, aparece un anillo de albura. Su causa son los fríos intensos y continuados que detienen la transformación del cambium en albura.



fig. 11 Doble albura.

### II.3.5. Bolsas de resina

Son espacios huecos rellenos de resina, que se suelen formar casi siempre entre los límites de la madera tardía y de la temprana de dos anillos anuales. Son exclusivos de la mayoría de las coníferas, sobre todo en pinos, pero no así en otras especies, como los abetos. Su forma suele ser alargada, en dirección al eje del árbol. La resina merma la resistencia de la madera y dificulta las operaciones de corte, pues embota las herramientas.



fig. 12 Bolsas de resina.

### II.3.6. Fendas

Son grietas, más o menos profundas, en sentido longitudinal, producidas por diferentes causas, y que pueden ser visibles o no antes de cortar el árbol. Los tipos más importantes son:

***Fendas de heladura.***- Se producen por fuertes heladas que congelan el agua de la zona de la albura, ocasionando grietas que se prolongan radialmente y profundizan en el tronco. En este caso son apreciables a simple vista.

Si se cierra por fuera, por recubrimiento o cicatrización, queda en la madera una profunda grieta que la hace inservible para poder ser tallada.

***Fendas de desecación.***- Son grietas longitudinales ocasionadas por retracciones durante el secado de la madera, sobre todo si éste es muy rápido. Se producen cuando el árbol muere, que es cuando la humedad de la madera empieza a equilibrarse con el medio que la rodea.



Si una tabla se seca más rápidamente por sus extremos que por su parte central, la tensión transversal que se produce provoca esta anomalía. Por esta razón, los extremos de las tablas deben ser sellados con pintura impermeabilizante, durante el proceso de secado por aire caliente.

---

fig. 13 Fendas de desecación.

***Acebolladura.***- Son grietas circulares que separan los anillos anuales de crecimiento. Se originan por una falta de adherencia entre capas de madera, debido a irregularidades en el crecimiento del árbol.

Esto provoca una diferencia de densidades entre anillos contiguos y, aunque sólo suele haber una acebolladura en cada pieza de madera, su extensión ocupa la totalidad y afecta en gran medida a su resistencia.



fig. 14 Acebolladura.

**Corazón partido o estrellado.**- Se producen por una serie de grietas radiales que afectan al duramen y a la albura, y provocan una contracción tangencial. Cuando las grietas dividen el corazón en dos partes, se le llama corazón partido, y cuando hay dos grietas en forma de cruz, corazón estrellado. Su causa es debida a tensiones internas del árbol.

### II.3.7. Crecimiento excéntrico

Se llama crecimiento excéntrico al hecho de que la médula no ocupa el centro de la sección transversal del tronco. Este defecto, bastante frecuente, suele producirse por diversas circunstancias de crecimiento asimétrico, como la fuerza del viento en árboles que crecen oblicuamente, en terrenos de fuerte pendiente, la proximidad de suelos rocosos, la situación periférica del árbol en el bosque, incluso fuertes insolaciones laterales.



*fig. 15 Crecimiento excéntrico.*

En la zona estrecha del duramen, la transformación de la albura se ve retardada, formándose unos anillos muy estrechos, mientras que en la zona opuesta son muy anchos. Los anillos anuales tienen una anchura variable y una desigual distribución en las zonas de primavera y verano.

En las coníferas esta diferenciación generalmente va acompañada de la formación de maderas de compresión y la elasticidad y resistencia de la madera disminuye.

Este defecto hace que la madera tenga una densidad variable y tendencia a curvarse, por todo lo cual la regularidad en la talla se hace más difícil.

## II.4. PROPIEDADES FÍSICAS

En la madera se dan diferencias notables entre una u otra especie y aún dentro del mismo árbol, según pertenezca la madera al tronco, a las ramas, a la raíz, etc. También, dependiendo de la edad del árbol y su localización.

Es de gran importancia conocer las propiedades físicas de la madera, pues de ello va a depender la elección de una clase u otra así como el método de trabajo a desarrollar.

### II.4.1. Grado de humedad

El árbol, como ser vivo que es, contiene gran cantidad de agua que utiliza para el transporte de las sustancias nutritivas. Este *contenido de humedad* o *grado de humedad* es variable según las especies y puede ir desde la mitad al doble de su peso en seco. Cuando más densa es la madera, la cantidad de agua que contiene suele ser menor ya que las células de estos tipos de maderas son de paredes gruesas y con huecos pequeños, mientras que las maderas blandas poseen huecos considerables y paredes celulares muy finas<sup>39</sup>.

El agua puede encontrarse en la madera bajo tres formas diferentes:

- Agua de constitución, forma parte de la madera y su eliminación conlleva la destrucción del material.
- Agua de impregnación, es la que está contenida en las paredes celulares y la que influye sobre las propiedades físico/mecánicas. A medida que

---

<sup>39</sup> v. M. Prieto, *Los antiguos soportes de madera, fuentes de conocimiento para el restaurador*. Tesis doctoral, Facultad de BB.AA., U. Complutense de Madrid, 1988, pp. 75-79.

disminuye el grado de humedad de la madera aumentan sus propiedades mecánicas.

- *Agua libre*, es la que se encuentra llenando las cavidades de las células. No tiene influencia sobre las propiedades físicas y mecánicas, salvo el aumento de la densidad aparente<sup>40</sup>. Es la que se elimina más fácilmente mediante el secado.

Los fenómenos físicos relacionados con el contenido de humedad en la madera, como la higroscopicidad (absorción de agua del medio externo y posterior cesión), son de gran importancia para una utilización correcta del material.

La variación del contenido de humedad produce en la madera un cambio en sus dimensiones. Al aumentar dicho contenido se hincha y al disminuir se contrae o merma, originando deformaciones en la madera. Estos movimientos se producen cuando su contenido de humedad se encuentra por debajo del punto de saturación de las fibras, es decir, cuando no hay agua libre<sup>41</sup>.

La variabilidad en cuanto a hinchazón y merma difiere mucho de unas especies a otras. Las que tienen contracciones muy pequeñas se denominan especies *nobles* y a las que tienen grandes se les llaman maderas *nerviosas*. Un ejemplo de ambas sería la caoba, con un 6'2% frente al eucalipto, con un 18'5%<sup>42</sup>.

La madera recién cortada contiene un alto porcentaje de humedad (entre un 50 a 200% de agua), pues se trata como hemos dicho de un

---

<sup>40</sup> v. AA.VV., AITIM, 1994, op.cit., pp. 37-39.

<sup>41</sup> v. Ibídem., pp. 40-41.

<sup>42</sup> v. S. Vignote Peña/F.J. Jiménez Peris, *Tecnología de la madera*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 2000, p.115.

material higroscópico, es decir, que intercambia agua con la atmósfera que la rodea.

Por todo lo anteriormente dicho, el uso de madera exige unos índices de humedad, dependientes del tipo y empleo posterior de la misma, exigiendo un correcto secado inmediatamente después de ser aserrada<sup>43</sup>. Un secado inadecuado puede provocar tensiones en el interior de la madera, dando lugar a contracciones, dilataciones, deformaciones y agrietamientos.

Debido a la anisotropía de la madera, el comportamiento físico y mecánico será distinto según la dirección en que haya sido cortada la madera, ya sea transversal, radial o longitudinal. La mayor variación dimensional se produce en la dirección transversal, en la radial es una 60% de la anterior y en la longitudinal es muy reducida, alrededor del 2% de la radial.

#### II.4.2. Dureza

Desde un punto de vista de la física de la madera, por dureza se entiende a la resistencia que opone al rayado, al desgaste, a la abrasión, por un cuerpo extraño que actúa sobre ella. La dureza depende de su densidad, de la edad, de su estructura, y varía con la dirección de la fibra en la superficie sobre la que actúa. La variación de la dureza es proporcional a la densidad, de tal forma que las maderas más duras son las de mayor densidad. Por otro lado, disminuye con el grado de humedad.

---

<sup>43</sup> La diferencia entre la contracción radial y la transversal es la causa por la que se deforman las maderas durante el secado.

v. C. Peraza/A. Guindeo/L. García/L.C. Laín, *Tecnología de la madera*. E.T.S. Ingenieros de Montes. Madrid, 1991, p. 1.



El término madera dura o madera blanda hace más referencia al grupo botánico del árbol que a sus propiedades físicas, aunque la mayoría de las maderas duras son, de hecho, de mayor dureza que las blandas. Hay excepciones como la madera de balsa, que es la más blanda de ambos grupos y pertenece, sin embargo, al grupo de maderas duras y el tejo, que pertenece a las maderas blandas y es tan duro como pueda serlo el roble.

La madera blanda se obtiene del grupo de árboles pertenecientes a las *coníferas* o *gimnospermas* (plantas con semillas al descubierto), que poseen hojas aciculares perennes y cuyos frutos son conos. Son maderas de textura más tosca, porosas, con vetas más marcadas y facilidad para astillarse, lo que puede representar una inconveniente para la talla aunque, por otra parte, su blandura hace que sea más fácil de tallar. La tirada de estampaciones que se puede conseguir es menor que en la madera dura.

Las características de dureza y pesadez pueden diferir en un mismo tipo de madera. Así, una madera de conífera con los anillos anuales apretados y desarrollo tardío puede ser más fuerte y pesada que una madera de anillos anuales dilatados y de escasa madera tardía.

La madera dura procede de árboles pertenecientes a las *frondosas* o *angiospermas dicotiledóneas*, que poseen hojas anchas, la mayoría caducifolios. Suelen ser maderas compactas, de textura fina y homogénea. La madera de la mayor parte de las frondosas ofrece mayor resistencia que la de las coníferas.

Debido a la mayor complejidad de su constitución, existen diferencias acusadas entre las diversas especies de frondosas, hecho que no es tan común en las coníferas. Al tallar la madera proporcionan cortes de aristas limpias, y al estamparlas impresiones más uniformes y con posibilidad de mayor tirada que en las maderas blandas.

En España la dureza se mide en la *escala Chaláis-Meudon*<sup>44</sup> (otras escalas que se utilizan son la *dureza Brinell*) y en función de esta escala la norma UNE 56.540 establece la siguiente clasificación de la dureza:

	DUREZA	CLASE
Resinosas	1 – 2	Blandas
	2 – 4	Semiduras
	4 – 20	Duras
Fronosas	0,2 - 1,5	Muy Blandas
	1,5 - 3,0	Blandas
	3,0 - 6,0	Semiduras
	6,0 - 9,0	Duras
	9,0 - 20	Muy duras

Tabla 1

Clasificación de la dureza de las maderas según la norma UNE 56.540

DUREZA ESPECIES	Brinell perpendicular a la fibra	Brinell paralela a la fibra	Chaláis Meudon	CALIFICACIÓN
Boj	5,6	--	9,0	Muy dura (>8)
Ébano	4,9	--	8,1	Dura (4-8)
Peral	3,1	5,5	5,0	Semidura (2-4)
Haya	2,8	7,1	3,9	
Alerce	2,2	4,9	2,7	
Pino melis	2	4,4	2,3	Blanda (1-2)
Pino vasaín	1,8	4	2,0	
Calabó	2	4,4	1,5	
Abeto	1,2	3,2	1,4	Muy blanda (<1)

Tabla 2

Dureza Brinell (Kg./cm<sup>2</sup>), escala Chaláis Meudon y calificación de dureza.

<sup>44</sup> Brinell: Se determina mediante la huella dejada por una esfera de aproximadamente 10 mm al ser sometida durante un tiempo determinado una carga que varía según la densidad de la madera (10 a 100 kp/mm<sup>2</sup>)

Chaláis-Meudon, localidad francesa donde se ubica el centro de investigaciones ONERA, dedicado al estudio sobre la calidad de materiales industriales.

### II.4.3. Homogeneidad

Una madera es homogénea cuando su estructura y la composición de sus fibras resulta uniforme en cada una de sus partes. Maderas con radios medulares muy desarrollados, como la encina y el fresno, son poco homogéneas, así como las que presentan los anillos anuales decrecimiento con marcadas diferencias entre la madera de primavera y la de otoño, como el abeto, que es una de las menos homogéneas. Entre las más homogéneas están el boj, el peral, el manzano y el tilo.

### II.4.4. Porosidad

Es la propiedad que poseen los cuerpos de tener entre sus moléculas unos espacios vacíos, llamados poros. La superficie en algunas especies de maderas se presenta unida y compacta y en otras porosa.

### II.4.5. Peso específico

Es un término que a veces se emplea erróneamente referido a la densidad: relación de masa a volumen, mientras que el peso específico es la relación de peso a volumen. Al ser un peso específico relativo, está representado por el mismo número que su densidad, de ahí que se confundan ambos términos<sup>45</sup>.

Cuando hablamos de peso específico será necesario referirse a un determinado contenido de humedad de la madera, factor que varía según amplios límites, por lo cual variará también su peso específico. Su valor

---

<sup>45</sup> v. C. Peraza/A. Guindeo/L. García/L.C. Laín, 1991, op.cit., p. 18.  
v. AA.VV., AITIM, 1994, op.cit., p. 41.

por lo tanto es variable según las especies y también dentro de una misma especie y en un mismo árbol.

El peso específico influye sobre otras propiedades de la madera, sobre todo la resistencia: cuanto mayor es el peso específico, mayor es su resistencia. Un peso específico alto significa que, en un volumen determinado, habrá pocos poros y mucha materia resistente.

Dentro de un mismo árbol, el peso específico será mayor cuanto más abajo y más al exterior se encuentre la madera.

Dada la variación del peso específico con la humedad, se conviene, a la hora de comparar esta propiedad física, referir el valor cuando la madera tiene un 12% de humedad, respecto a su peso seco. De acuerdo con esto, las maderas se clasifican por su peso específico, según el siguiente cuadro:

TIPO DE MADERA	RESINOSAS	FRONDOSAS
Muy ligeras	<0,4	<0,5
Ligeras	0,4 a 0,5	0,5 a 0,65
Semipesadas	0,5 a 0,6	0,65 a 0,8
Pesadas	0,6 a 0,7	0,8 a 1,0
Muy pesadas	>0,7	>1

Tabla 3

*Clasificación de las maderas según su peso específico.*

## II.5. PROPIEDADES MECÁNICAS

Para comprender el comportamiento mecánico de la madera es preciso tener en cuenta su constitución anatómica que le otorga una serie de propiedades físicas. Gracias a ellas, el árbol posee una estructura con una elevada eficacia para resistir los esfuerzos a los que va a estar sometido, principalmente los esfuerzos de flexión producidos por la acción del viento y, con menor incidencia, los de compresión debidos a la acción de la gravedad.

La madera es un material con una estructura específicamente diseñada para resistir tensiones paralelas a la fibra. Las resistencias y módulos de elasticidad en la dirección paralela a la fibra son mucho más elevadas que en la dirección perpendicular<sup>46</sup>. En base a esta estructura, en la que se diferencian tres direcciones principales: longitudinal, radial y transversal, tendremos que considerar sus diferentes propiedades mecánicas.

### II.5.1. Resistencia

Se entiende por esta propiedad, la que ofrece la madera frente a la actuación de fuerzas externas. Aumenta en proporción a determinados factores, tales como la rectitud de la fibra, la compacidad y la desecación<sup>47</sup>.

La resistencia mecánica de una madera se reduce cuando aumenta su contenido de humedad. Entre los contenidos de humedad del 8% y el 30% existe una relación lineal. Por encima del 30%, punto de saturación

---

<sup>46</sup> v. AA.VV., AITIM, 1994, op.cit., p. 43.

<sup>47</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p. 227.

de la fibra, las propiedades mecánicas no varían<sup>48</sup>. La madera que ha sido sometida a un proceso de secado es mucho más resistente que la húmeda.

	Pino silvestre		Abeto	
HUMEDAD	12%	30%	12%	30%
Dureza paralela	4	2,8	3,2	2,2
Dureza perpendicular	1,9	1,3	1,2	0,8

Tabla 4

Variación Kg./cm<sup>2</sup> en la escala Brinell, según el grado de humedad.

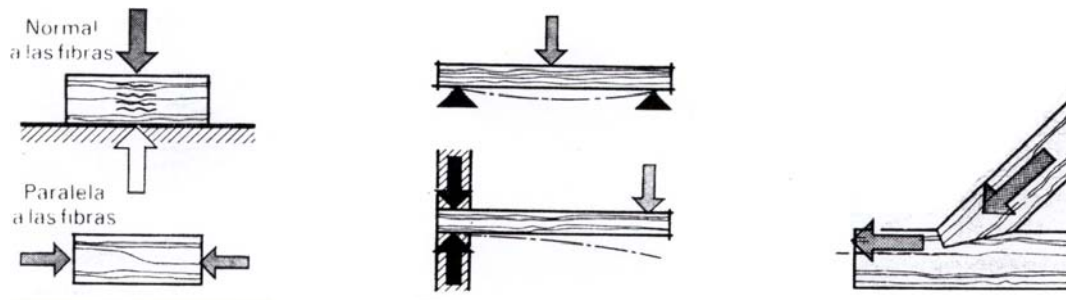
La resistencia mecánica puede ser a la tracción, la compresión, al corte, a la flexión, la torsión, al deslizamiento y al desgaste.

- Resistencia a la tracción es la provocada por la acción de dos fuerzas de signo contrario, que tienden a romper la pieza de madera, alargando su longitud y reduciendo su sección transversal.
- Resistencia a la compresión es la debida a la acción de una fuerza que tiende a aplastar la madera.

La madera suele resultar mucho más resistente a la tracción que a la compresión. Esto es debido a su especial estructura direccional, siendo su resistencia máxima cuando la directriz de la fuerza sea paralela a la fibra o al hilo, es decir, que la máxima resistencia corresponde al esfuerzo ejercido en dirección axial y va disminuyendo cuando se aleja de dicha dirección.

<sup>48</sup> v. AA.VV., AITIM, 1994, op.cit., p. 48.

- Resistencia al corte o cizallado es la capacidad de la madera para resistir fuerzas que tienden a que una parte del material se deslice sobre la parte adyacente. Las especies que más resistencia ofrecen generalmente tienen una textura irregular. Las maderas de poca densidad ofrecen menor resistencia al corte.
- Resistencia a la flexión es la de una pieza de madera que, descansando sobre dos apoyos, soporta un peso uniformemente repartido en su longitud, o situado sólo en un punto, o sobre varios puntos determinados. La flexión se origina por un movimiento que produce, en la sección de la pieza, tensiones de compresión y de tracción paralelas a la fibra. En la madera esta resistencia es muy elevada, mayor cuanto mayor es su densidad y menor dependiendo de su grado de humedad y, además, se ve disminuida por desviaciones de las vetas y los nudos.
- Resistencia a la torsión es la que opone a ser deformada una pieza fija por un extremo y sometida a una fuerza que obra en su extremo libre, experimentando un giro normal a su eje.
- Resistencia al deslizamiento, ocurre cuando una pieza estirada está sujeta por su extremo y se produce un esfuerzo que tiende a hacer deslizar unas fibras sobre otras longitudinalmente.
- Resistencia al desgaste, la que experimentan las maderas sometidas a un roce o erosión, lo que conlleva una pérdida de materia. La resistencia es grande en secciones a testa, menor en las tangenciales y muy pequeña en las radiales.



Resistencia a la  
compresión

Resistencia a la  
flexión  
fig. 16

Resistencia al corte  
paralela a las fibras

Es importante tener en cuenta la dirección de las fibras de la madera con respecto a la dirección del esfuerzo que esté soportando. Si se efectúa la resistencia a la compresión en dirección perpendicular a las fibras, éstas se compactan produciéndose una gran deformación. La resistencia a la compresión paralela a la fibra de la madera es mucho más elevada que la resistencia a la compresión perpendicular a la fibra (ésta es del orden de la cuarta parte menos)<sup>49</sup>.

No hay gran diferencia entre la resistencia ejercida en dirección radial y en dirección tangencial, pero sí es considerable entre la resistencia transversal y la axial. La madera con fibras en una sola dirección resulta más fácil de ser hendida. La resistencia a la tracción perpendicular a la fibra es muy baja (entre 30 a 70 veces menos que en la dirección paralela), a causa de las escasas fibras que tiene la madera en la dirección perpendicular al eje del árbol.

<sup>49</sup> *Ibidem*, p. 46.



Resistencias paralelas a la fibra para un contenido de agua entre un 10-15% <sup>50</sup>					
Clase De madera	Resistencia a la tracción en N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión en N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la flexión en N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la cortadura en N/mm <sup>2</sup>	Dureza en N/mm <sup>2</sup>
Abeto Rojo	80	40	68	7,5	27
Pino silvestre	100	40	80	10	30
Alerce	105	48	93	9	38
Abeto	80	40	68	7.5	34
Arce	82	49	95	9	67
Roble	110	52	95	11,5	69
Fresno	130	50	105	13	76
Haya	135	60	120	10	78

Tabla 5

<sup>50</sup> *Janka*: La dureza viene expresada en Newton N/mm<sup>2</sup> (otras veces en Kilopondio kp/cm<sup>2</sup>) de carga necesaria para hacer penetrar completamente en la madera una semiesfera de acero cuya sección diametral tiene una superficie de 1 cm<sup>2</sup>. Es un ensayo modificado a partir del método de *Brinell*.

La dureza según *Janka* es en sentido paralelo y normal a las fibras.

## II.6. ACTUACIONES PREVIAS PARA EL ADECUADO USO DE LA MADERA NATURAL

### II.6.1. Aserrado de la madera de tronco

La mecánica del troceo del tronco está pensada de modo que se obtenga de él la mayor utilidad. En cuanto el tronco entra en el aserradero es descortezado, analizado y dimensionado para ser cortado de una determinada forma según el tipo de madera y el uso al que vaya destinado. Las partes desechadas serán posteriormente desmenuzadas para servir como materia prima en la elaboración de tableros de madera regenerada o para la industria del papel.

Para las distintas clases de calidad de las piezas que resultan del troceo de la madera al hilo se tendrán en cuenta las medidas de largo y ancho, así como el lugar de la madera en el tronco (de la cepa, del medio o de la copa, siendo la primera la más apreciada por carecer de nudos). Se considerarán además los defectos naturales presentes y los que se produzcan posteriormente al apeo o tala por tratamiento impropio de la madera, como grietas de secado, decoloraciones y ataques de insectos<sup>51</sup>.

Para el troceo de los troncos se emplean las máquinas de los aserraderos, siendo las más importantes la sierra alternativa de bastidor, la de cinta, la sierra de disco circular y la motosierra de cadena<sup>52</sup>.

---

<sup>51</sup> El apeo o tala de la madera se realiza por lo general en invierno, debido al menor riesgo de ataque por hongos e insectos, por disminuir la circulación de la savia, así como para evitar las fendas derivadas de la contracción por desecación. No obstante, derribado el árbol y expuesto al ambiente atmosférico, lenta pero progresivamente irá perdiendo agua hasta alcanzar un grado de humedad de equilibrio, en correspondencia con la temperatura y humedad del lugar y estación del año posterior a la tala. Durante la misma se procederá al desramado y despuntado, separando del tronco la leña: ramas más la parte más alta del árbol.

v. M. Prieto, 1988. op.cit., p. 57.

<sup>52</sup> v. W. Nutsch, 1992, op.cit., pp.63-64.

Del despiece de la madera en sentido *paralelo al eje* del tronco se obtienen diferentes tipos de corte, los más comunes son tablones, tablas y listones. Los tablones son madera de sierra con espesor mínimo de 40 mm. El lado mayor de la sección tiene que ser como mínimo el doble del lado menor. Las tablas son madera de corte con un espesor mínimo de 8 mm y máximo de 40 mm. Su ancho ha de ser por lo menos de 80 mm, siendo listones la madera de sierra con un ancho hasta dicha medida<sup>53</sup>.

Existen varios métodos de despiece: el troceo en bloque, a hilos o planos paralelos, en el que en una sola fase de trabajo, con una sierra alternativa múltiple de bastidor vertical, se obtienen tablas y tablones sin cantar (labrado de los bordes). Se llamará lado derecho a las caras del lado hacia el corazón y lado izquierdo las del lado hacia la albura. Salvo las intermedias, resultarán tablas con anillos de crecimiento cerrado por un solo lado (tablas costeras), presentando vistosas aguas pero con el inconveniente de que al secar tienden a curvarse en sentido contrario a la de los anillos de

crecimiento, se dice que “trabajan” más que las tablas con anillos de crecimiento constante. Por este motivo se realiza otros tipos de despiece, dependiendo del aprovechamiento que se le pretenda dar al rollizo (cilindro) de madera, volteándolo en ángulo de 90 ó 180º en dos o más fases para aserrar los cuatro costados del tronco.

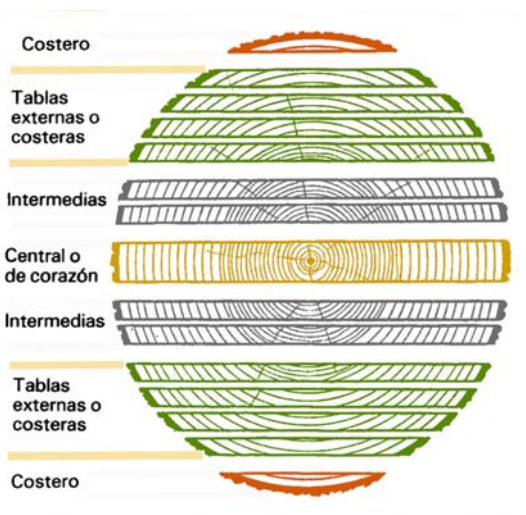
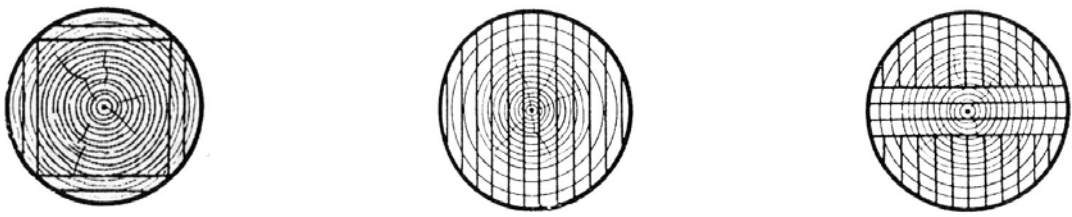


fig. 17 Clases de tablas.

<sup>53</sup> Ibídem, p. 65.

Del despiece del tronco en trozas, la más valiosa es la procedente de la parte inferior, por su mayor diámetro y mayor resistencia. Estas trozas se pueden utilizar enteras o escuadradas, es decir, sin costeros. En cualquier caso, el riesgo de fendas de secado es evidente y casi imposible de evitar. Lo normal es cortar primero el tronco escuadrado en dos fases (cortes en ángulo de 90º), eliminando las tablas costeras, obteniendo los tacos de madera de la parte central, llamada madera enteriza. Existe también la posibilidad de utilizar todo el corte transversal del tronco, corteza incluida, para hacer un taco de toda su superficie<sup>54</sup>.



Madera enteriza

corte en bloque

corte de hendidura

fig. 18 Diferentes tipos de despiece.

Una vez procesada, la madera es curada en hornos de secado o al aire libre para darle estabilidad. El último proceso mecánico consistirá en pasar las tablas por las cepilladoras, en las que, mediante unos cabezales cortantes, se elimina cualquier irregularidad y se cortan a las dimensiones exactas<sup>55</sup>.

<sup>54</sup> v. A. Krejca, *Les techniques de la gravure*. Gründ, París, 1988, p. 33.

<sup>55</sup> v. H. Johnson, *La madera*. Ed. Blume, Barcelona 1978, p. 47.

II.6.2. Secado

Con el secado se elimina el agua que se encuentra en exceso y, conforme va secando, el agua abandona las cavidades de la célula hasta que sólo contiene humedad las paredes celulares. Esto se conoce como el punto de humedad límite de la madera, que suele ser el 30% del contenido de humedad, variando en las diferentes especies<sup>56</sup>.

La madera verde (la del árbol recién talado) no puede ser trabajada porque las herramientas no la cortan adecuadamente. Es más pesada pero más débil que la madera secada.

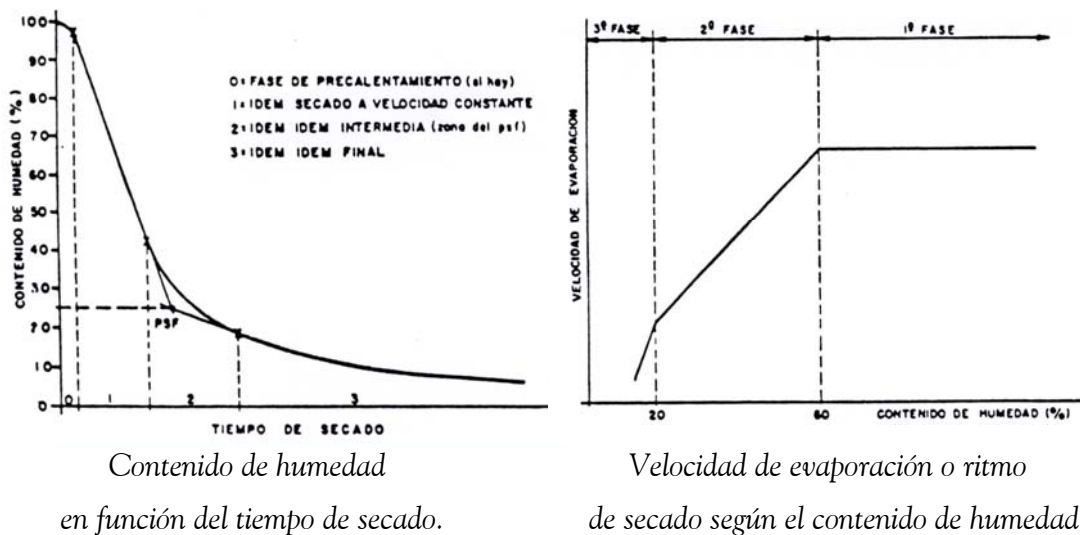


fig. 19

La cantidad de agua que contienen las maderas está en razón inversa con su densidad: las blandas contienen del 60 al 250% de agua y las duras del 40 al 85%. La velocidad de desecación está también en sentido inverso, ya que las maderas blandas, a los seis meses de cortadas, pierden

<sup>56</sup> v. A. Jackson/D. Day, 1993, op. cit., p. 13.

del 50 al 75% de agua, y las duras del 25 al 50%, dependiendo del estado higrométrico del ambiente<sup>57</sup>.

Al secar la madera se pretenden varios objetivos:

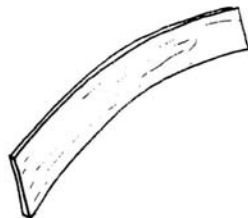
1. Disminuir su peso. El apropiado está entre la mitad y las tres cuartas partes del peso de la madera verde.
2. Minimizar los cambios dimensionales. Se trata de conseguir un equilibrio higroscópico que impida el riesgo de deformaciones, tales como el *abarquillamiento* ó *atejado* (las dos caras de la pieza se curvan con respecto al eje longitudinal), el *curvado de cara* (ambas caras se curvan respecto al eje transversal de la pieza), el *curvado de canto* (los cantos se curvan con respecto al eje transversal de la pieza), y el *alabeo* (los cantos se curvan de modo que las cuatro esquinas de una misma cara no quedan en el mismo plano).



*Abarquillamiento.*



*Curvado de cara.*



*Curvado de canto.*



*Alabeo.*

*fig. 20*

<sup>57</sup> v. F. Orus, 1985, op. cit., p. 487.

El origen de estas deformaciones puede deberse a contracciones sufridas por la madera durante el secado, principalmente a causa de una ventilación insuficiente o por falta de circulación de aire.

3. Aumentar su resistencia mecánica. La resistencia de la madera aumenta proporcionalmente cuanto más seca está. La compresión, la tracción y la flexión aumentan con la sequedad, y disminuyen otras propiedades como la tenacidad.
4. Aumentar la estabilidad. A medida que va secando, la madera se contrae y se producen “movimientos”.

Los tableros cortados “al hilo” se contraen más a lo ancho que los cortados radialmente. Los anillos de crecimientos concéntricos de los tableros cortados “al hilo” presentan diferente longitud, de tal forma que los exteriores, de mayor longitud, se contraen más que los interiores, lo que hace que las piezas tengan tendencia a curvarse a lo ancho. Los anillos de crecimiento de los tableros cortados radialmente, dado que suelen tener la misma longitud, sufren una distorsión mínima.

5. Evitar la acción de hongos y pudriciones. Estos organismos necesitan para su desarrollo humedades superiores al 20-25%.
6. Mejorar sus condiciones para el trabajo de talla. Al aumentar el secado de la madera se facilita el trabajo de talla, pues el exceso de humedad provoca embotamiento de las herramientas y dificultad de su manejo.

El secado depende de tres factores: la humedad, la temperatura y la velocidad del aire que rodea a la madera<sup>58</sup>.

---

<sup>58</sup> v. F. Arredondo, 1992, op. cit., p. 59.

Los procedimientos de secado son dos: natural o al aire libre y artificial.

- a. Secado natural o al aire libre.- se realiza exponiendo la madera al aire libre, apilando las tablas de manera uniforme, aisladas del suelo y sobre unos listones de separación, en un lugar resguardado y protegidas de la lluvia y del sol. La alternancia de calor y frío, humedad y sequedad, afecta mucho a las maderas.

El paso natural del aire, hace que la madera vaya perdiendo humedad, sin sufrir deformaciones ni roturas. El secado con este procedimiento es lento, pues se necesitan dos años para secar las maderas blandas y para las duras tantos años como centímetros de espesor tengan las piezas<sup>59</sup>.

Con este sistema se reduce el contenido de humedad, hasta un 14-16%, en función de la humedad relativa. La desecación es irregular, pues depende del estado higrométrico del medio ambiente. Si la desecación con este sistema se hace de forma rápida y desigual, se corre el peligro de crear contracciones diferentes en unos lugares que en otros, lo que hace que la madera sufra tensiones y resquebrajamientos. Las partes más expuestas al aire y al sol, las más externas y extremas de las piezas, son las más susceptibles de sufrir agrietamientos.

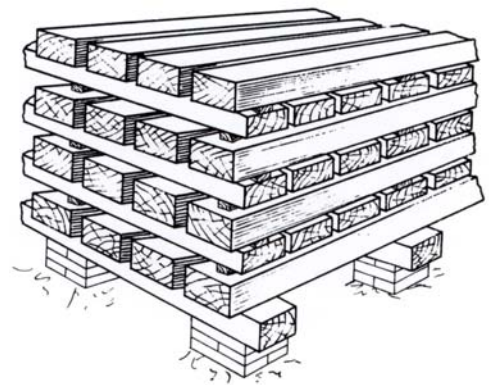


fig. 21 Secado natural.

<sup>59</sup> v. F. Orus, 1985, op.cit., p. 486.



- b. Secado artificial.- Este proceso se realiza tan sólo en unos pocos días, y se reduce el contenido de humedad por debajo del secado natural. Las tablas se introducen en un horno o estufa y se les somete a la acción de aire caliente y vapor a través de la madera apilada, reduciendo la humedad en función de la madera de una especie dada. Otro procedimiento es someter a las maderas a un proceso eléctrico de alta frecuencia, o de infrarrojos.

Con el secado artificial se acelera enormemente el periodo de tratamiento, se logra la humedad más aconsejable para cada madera según su uso y se eliminan totalmente factores adversos tales como hongos y organismos xilófagos.

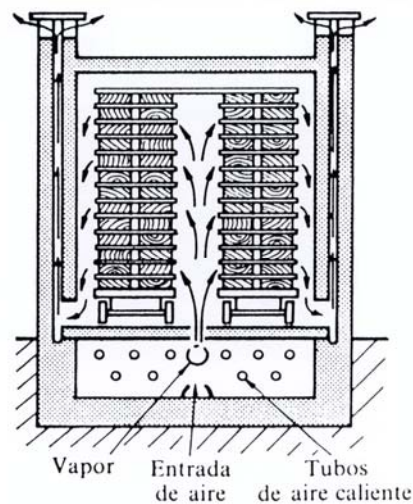


fig. 22 Secado artificial.

### II.6.3. Protección de la madera

La madera, aunque relativamente resistente frente a factores físicos y químicos, sin embargo, es fácilmente atacable por *causas bióticas* tales como gérmenes (putrefacción), hongos que se alimentan de celulosa o/y de la lignina, insectos xilófagos y organismos marinos, así como por

*causas abióticas* como la acción de la intemperie, la degradación por la luz solar, el fuego y los agentes químicos<sup>60</sup>.

La distinta resistencia de las diversas clases de madera contra los efectos de hongos e insectos depende principalmente del contenido de la madera en sustancias fungicidas e insecticidas. Éstas se localizan en el duramen y por ello esta madera es más resistente que la de la albura. Será, por tanto, preferible utilizar madera de duramen como medida de prevención. Asimismo, hay especies muy resistentes y longevas como el cedro, el ciprés o el alerce, por ser larvicidas sus resinas, o la encina, el roble y la teka, cuya abundancia en tanino favorece la conservación<sup>61</sup>.



fig. 23 Ataque de la madera por insectos xilófagos.

Para la aplicación de medidas protectoras es de gran importancia tener en cuenta el contenido en agua, ya que es el factor que mayor influencia tiene en la destrucción de la madera.<sup>62</sup> En este sentido, las operaciones de protección de la madera comienzan con el *apeo o corte*, que debe tener lugar cuando la vida vegetativa del árbol es escasa, es decir, en invierno. Si la madera es cortada en verano, su albura contendrá mucha savia, facilitando la descomposición y el ataque de microorganismos.

<sup>60</sup> v. F. Arredondo, 1992, op.cit. , pp. 50-56.

<sup>61</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p. 241.

<sup>62</sup> Un procedimiento es el *desaviado* o *succión*, que consiste en eliminar la savia por un lavado interno que arrastra, por disolución, las sustancias albuminoideas. Debe hacerse lo antes posible después del corte, pues la savia entonces está muy fluida y facilita el lavado. v. F. Arredondo, 1992, op.cit., p. 58.

De las medidas de protección química de la madera diferenciaremos los solubles en agua (sales utilizadas en madera húmeda, para que pueda penetrar en ella por difusión) y los oleosos (preparados carbolíneos o que contienen disolventes para su utilización en madera seca, penetrando hacia el interior de la madera). El empleo del medio protector puede ser superficial (pintado, aspersion o inmersión) o por *impregnación*<sup>63</sup>.

Debido a que la madera se descompone rápidamente por el efecto del calor, se generan componentes altamente inflamables y si éstos se reproducen en cantidad suficiente y arden, la madera acabará destruyéndose. Aunque es imposible evitar que la reacción de la madera al fuego sea combustible, ardiendo rápidamente y creando una capa carbonosa en su superficie, sí se puede retardar el proceso, protegiéndola exteriormente con una capa aislante o impregnándola con agentes químicos que fundan a una temperatura inferior a la de combustión de la madera o produciendo gases no inflamables que neutralicen los gases inflamables producidos por la descomposición de la madera.

Por otra parte y a pesar de que la acción de la luz solar sobre la madera es lenta, el espectro ultravioleta hace descomponer la celulosa de la madera, produciendo su disgregación y modificando su color, de forma que oscurece la madera si es clara y la aclara si es oscura. Este aspecto hace resaltar más la veta y se observa más en la albura. No hay que olvidar también que cuanto mayor sea su exposición al espectro infrarrojo más se calienta la madera y puede provocar su secado y con ello ocasionar fendas.

---

<sup>63</sup> La *impregnación* es uno de los métodos de protección más utilizados en la industria de la madera, procediendo de diversas maneras (mediante inmersión en recipientes -artesas- o a presión, dentro de calderas), todas ellas encaminadas a una penetración profunda de las sales insecticidas. v. W. Nutsch, 1992, op.cit., pp. 44-49.

## II.7. CLASIFICACIÓN DE LAS MADERAS

La clasificación científica está basada en los caracteres histológicos de su estructura anatómica, como se vio de forma detallada en el apartado dedicado a las características estructurales: vasos, fibras, parénquima, radios medulares, poros areolares, canales resiníferos, etc.

El estudio de todos estos componentes permite establecer una clasificación general, en torno a los dos grandes grupos: *frondosas* o angiospermas dicotiledóneas, consideradas como árboles de madera dura, y *coníferas* o gimnospermas, consideradas como árboles de madera blanda. Estos términos no hacen referencia en todos los casos a la resistencia física o densidad de la madera (véase el apartado II.4.2), pues se da el caso de que hay maderas de coníferas que son más duras que algunas frondosas, sino más bien al grupo botánico al que pertenecen<sup>64</sup>.

Consideramos necesario el recordar las diferencias entre las estructuras de las maderas a través de un cuadro sinóptico, por lo clarificadoras que resultan para conocer sus propiedades así como para su identificación.

---

<sup>64</sup> Para una mayor información sobre las características de las diferentes maderas, se pueden consultar las siguientes obras:  
v. F. Arredondo, 1992, op.cit., pp. 7-11.  
v. E. Bailleul/J. Heurtemate, *Industrias de la madera*. TEA edic., Madrid, 1966, p. 18.  
v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., pp. 262-301.  
v. A. Jackson/D. Day, 1993, op.cit., pp. 16-29.  
v. H. Johnson, 1978, op.cit., pp. 228-265.  
v. R. Mayer, *Materiales y técnicas del arte*. Blume, Madrid, 1985, pp. 564-569.  
v. W. Nutsch, 1992, op.cit., pp. 50-61.  
v. F. Spannagel, 1980, op.cit., pp. 15-52.  
v. F. Orus, 1985, op.cit., pp. 464-473.  
v. A. Guindeo/L. García Esteban/F. Peraza/F. Arriaga, *Especies de maderas*. ATIM. Madrid, 1997, pp. 110-685.  
v. S. Vignote/J. Picos/R. Zamora, 2000, op.cit., pp. 56-262.

	CONÍFERAS	FRONDOSAS
CLASE BOTÁNICA	GIMNOSPERMAS (Plantas que tienen las semillas al aire).	ANGIOSPERMAS dicotiledóneas (Plantas que tienen las semillas encerradas en ovarios).
CRONOLOGÍA	Era Primaria	Era Secundaria
SITUACIÓN GEOGRÁFICA	Zonas frías, templadas y tropicales	Zonas frías, templadas y tropicales
CRECIMIENTO	Rápido (en comparación)	Lento
HOJAS	Aciculares y en escama Perennes en su mayoría	Anchas y planas Caducifolias en su mayoría
CONDUCTOS DE RESINA	Presentes en casi todas las especies	Ausentes, excepto en unas pocas familias
TEXTURA	<u>Pequeña.</u> - anillo estacional ancho, poco densa, fibrosa y fácil de trabajar. <u>Grande.</u> - anillo estacional estrecho, madera densa y coloreada, difícil de trabajar.	<u>Pequeña.</u> - Anillo estacional delgado y fácil de trabajar (En especies de anillo poroso). <u>Grande.</u> - Anillo estacional ancho. Madera dura y pesada, coloreada, difícil de trabajar.
GRANO	Diámetro relativo de las traqueidas	Valor relativo de los diámetros de los vasos
ESTRUCTURA	Simple	Compleja: espejuelos, flameados, etc.
CONDUCCIÓN DE SAVIA	Traqueidas de paredes finas: células alargadas, de paredes delgadas, con una cavidad interna o lumen.	<u>Vasos</u> : células tubulares cortas, que van desde las raíces hasta las hojas. Son los llamados poros y pueden ser visibles a simple vista.
SOPORTE FÍSICO	Traqueidas de paredes gruesas y lumen pequeño	<u>Fibras</u> : células aciculares de pared más o menos gruesa, según las especies. Su grosor determina la densidad de la madera.
ALMACENAMIENTO	Células parenquimáticas	Células parenquimáticas
COLOR	Claro: desde el amarillo pálido al pardo rojizo.	Amplia gama de color: desde el blanco al negro.

Tabla 6

### II.7.1. Identificación de las maderas

Todo lo expuesto hasta aquí fundamenta con total claridad nuestra afirmación de que cada madera posee características propias en cuanto al tamaño, forma y distribución de los distintos tipos de células y en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas. El tipo de grano que presenta su superficie es un factor esencial para identificar y clasificar los diferentes tipos de maderas, al igual que otra serie de parámetros como la dureza, la densidad, el color, la resistencia, la permeabilidad y la estabilidad. Algunas maderas se pueden identificar fácilmente en función de estos parámetros, pero otras, menos frecuentes, resultan de difícil clasificación, por lo que se recurre a análisis microscópicos de la estructura celular.

Las especies que a continuación pasamos a describir corresponden a las utilizadas para el trabajo de talla en esta investigación.

**ABETO (*Abies pectinata*)****CONÍFERAS**

Descripción. Existen unas cincuenta especies de abeto (género *Abies*), que poseen una madera similar, de tono pálido y de un color que va del blanco hasta un pardo amarillento o ligeramente rojizo. No se destaca casi la albura del duramen. Sus anillos de crecimiento están muy destacados, pero no existe una frontera definida entre madera temprana y madera tardía. La fibra es recta y el grano fino.



Su madera es muy semejante en apariencia y propiedades a la de las piceas, o falsos abetos, si bien tiene una textura más basta.

Propiedades. Blanda, moderadamente ligera, nudosa, elástica. Se contrae poco. Seca bien. Fácil de trabajar, aunque tiende a ser quebradiza, por ello las herramientas tienen que estar bien afiladas.

Durabilidad. Moderadamente resistente a la intemperie. No resiste al ataque de hongos e insectos.

**ALERCE** (*Larix europea*)**CONÍFERAS**

Descripción. La madera es dura y fuerte, el grano áspero y el duramen, claramente definido, suele tener un color rojizo o pardo rojizo que oscurece bastante. Anillos de crecimiento muy marcados, con su contorno ligeramente ondulado. La albura es blanca amarillenta. La madera de primavera se muestra bastante diferenciada de la de verano, de color más oscura y mucho más dura.



Se distingue de las demás coníferas en que pierde sus hojas en invierno. Es una de las maderas más fuertes y duras de entre las coníferas, a excepción del Tejo. Su aspecto es parecido al pino albar.

Propiedades. Bastante dura, más que la mayoría de las coníferas, de textura fina y uniforme. Se trabaja bien, aunque con frecuencia suele tener nudos muertos y canales resiníferos, sobre todo en el duramen. Escasa densidad. Seca fácilmente pero se contrae mucho y tiene tendencia a atejarse.

Durabilidad. Es medianamente duradera frente a la acción de hongos y sensible a los insectos. Sufre distorsiones durante el secado pero después es muy estable.



**PINO ALBAR (*Pinus sylvestris*)****CONÍFERAS**

Descripción. También llamado pino silvestre y pino de Valsáin (localmente recibe diversos nombres en cada país), es la madera más utilizada comercialmente.

El duramen es de color amarillento o pardo rojizo, y puede oscurecer bastante. Se perciben claramente los anillos de crecimiento. La albura es de color amarillo muy pálido, con nervaduras bien diferenciadas. Las bandas pálidas de madera de primavera se distinguen claramente de las más oscuras y duras de madera de verano. Su madera es muy resinosa. La fibra es recta y el grano puede ser de fino a medio.



Las propiedades y, hasta cierto punto, su apariencia son algo variables en esta madera, ya que depende del sitio donde se han desarrollado los árboles y de sus condiciones de crecimiento. Los árboles de crecimiento lento y madurado de las especies del norte tienen unos anillos de crecimiento más angostos y pocos nudos, por esto su madera es más fina, aunque no precisamente más fuerte y resistente que la de los árboles más jóvenes y de rápido crecimiento que se dan en las latitudes más meridionales.

Identificación. El contraste entre madera de primavera y verano está claramente definido, si bien la transición es gradual. Hay presentes células verticales con resina.

Propiedades. Blanda, semipesada, moderadamente elástica. Seca bien. Es medianamente estable pero con tendencia a aterrar. Es una madera que se trabaja muy bien, pese a la presencia de algunos nudos muertos, los cuales tienen el inconveniente de que pueden acabar desprendiéndose mientras la madera está en curso de trabajo. El pino albar es la madera que tiene mayores aplicaciones en general. Es bastante utilizada en el contrachapado.

Durabilidad. Resistente a la intemperie, insensible a los cambios de temperatura. La madera de albura no resiste el ataque de hongos e insectos.

**PINO MELIS** (*Pinus Taeda*)**CONÍFERAS**

Descripción. También llamado *pino amarillo del sur*, *pino movila* o *pino tea*. La albura varía desde el blanco hasta el amarillo pálido o naranja claro y el duramen del amarillo anaranjado al marrón rojizo. Los anillos de crecimiento son extremadamente marcados. La madera de verano es mucho más oscura que la de primavera.



Dependiendo de su procedencia geográfica, sus características son muy variables; hay árboles de crecimiento lento (zona del norte de Rusia y Canadá) cuya textura es fina, en otras zonas (sur de Suecia) el crecimiento es vigoroso y la textura más marcada. Es una madera comercialmente muy utilizada.

Identificación. Es fácil de identificar por el gran contraste que existe entre la madera temprana y la madera tardía, mucho más evidente todavía que en el resto de coníferas. Tiene la fibra derecha y el grano áspero.

Propiedades. Es semiblanda y no tiene tendencia al alabeo. En esta madera es frecuente la presencia de defectos tales como nudos y bolsas de resina. Se seca fácilmente; es resistente y se trabaja bien. Baja densidad.

Durabilidad. Es sensible al ataque de hongos.

**ABEDUL** (*Betula pendula*)**FRONDOSAS**

Descripción. Es una madera extraordinariamente clara, casi blanca, de textura fina. El color es uniforme en todas sus partes, tanto la albura como el duramen son de color blanco a blanco rojizo. La fibra es recta y el grano uniforme, casi sin dibujo, sólida pero falta de carácter, salvo cuando está dotada de manera poco frecuente) con una veta de color vivo.



Identificación. Poro difuso. Anillos de crecimiento invisibles. Vasos pequeños o muy pequeños, solitarios o en cadenas radiales (dos o tres) uniformemente repartidos. Radios muy finos, dos o tres vasos por radio. Parénquima terminal.

Propiedades. Semipesada, semiblanda y medianamente elástica. Se contrae moderadamente y seca bien. Se trabaja bastante bien, aunque tiende a formar una pelusa de fibras que puede embotar los útiles. No tiene tendencia al *atejado*. Su uso es más frecuente como madera contrachapada que como madera maciza.

Durabilidad. Moderadamente resistente a la intemperie, no resistente al ataque de hongos e insectos, por lo que, en condiciones favorables a la putrefacción, no es duradera.

**BALSA (*Ochroma pyramidale*)****FRONDOSAS**

Descripción. Es una madera de color blanquecino o rosáceo, muy blanda y muy ligera. Al revés de casi todas las otras maderas duras el producto comercial preferido es la madera de albura, que es más clara de color que la madera de duramen, aunque la diferencia no es muy significativa. Tiene un grano continuo y una textura uniforme, con tacto suave. La fibra es recta y el grano grueso.



Identificación. Poro difuso. Anillos de crecimiento ausentes. Vasos moderadamente grandes, no muy numerosos, solitarios o formando cadenas radiales (dos o tres). Radios finos o medianos, uno o dos vasos por radio. Parénquima indistinguible.

Propiedades. Es la madera más ligera de cuantas se utilizan, pero tiene una cierta resistencia, a pesar de su baja densidad. Es estable, sin tendencia al atejado. Su textura es moderadamente gruesa pero uniforme. Tacto suave, fácil de trabajar, pero requiere que las herramientas estén perfectamente afiladas, pues puede formar una pelusa superficial que los desafila.

Durabilidad. Es poco resistente.

**BOJ** (*Buxus sempervives*)**FRONDOSAS**

Descripción. La madera es de un tono amarillento pálido, sin que sea posible discernir la madera de albura del duramen. Es dura y densa, con un grano extremadamente fino y con la textura homogénea.

Identificación. Poro difuso. Anillos de crecimiento visibles. Vasos muy pequeños, solitarios, uniformemente repartidos. Radios muy finos, con varios vasos por radio. Parénquima visible.

Propiedades. Es dura, de textura muy fina, pesada, propensa a agrietarse, debido a que su contracción volumétrica es alta. Asimismo, tiene mucha tendencia a atejarse. Excelente para el trabajo de talla muy minucioso, aunque por su dureza resulta difícil de tallar. Se comercializan en troncos de sólo 10-12 cms de diámetro, debido a la pequeña envergadura del árbol.

Durabilidad. No es resistente frente a la acción de hongos e insectos.



**CALABÓ (*Pycnanthus angolense*) FRONDOSAS**

Descripción. Duramen de color rojizo a blanco gris. Color de la albura similar al color del duramen, beige rosado pálido o blanco grisáceo. Tiene fibras rectas. No ofrece dificultades en el secado. Erróneamente, se suele denominar todavía hoy en día Okume a esta madera de similares características y cuya explotación fue muy abundante en las antiguas colonias españolas.



Identificación. Poro difuso. Anillos de crecimiento no visibles. Vasos agrupados, generalmente en grupos radiales cortos (de 2 a 3 vasos). Fibras dispuestas regularmente en hileras radiales. Grano medio a grueso.

Propiedades. Blanda, medianamente estable. Se contrae poco y no se ateja. Se trabaja bien aunque tiene tendencia a astillarse. El calabó es la madera más utilizada para la fabricación de tableros contrachapados, tanto como material para la chapa intermedia como para la chapa vista de ambas caras o como contrachapa de tableros chapeados con otros tipos de madera.

Durabilidad. No resistente al ataque de hongos e insectos.

**CAOBA** (*Khaya ivorensis*)**FRONDOSAS**

Descripción. La caoba africana cuando está recién cortada es de un color rojo rosáceo claro, pero se vuelve de un rojo parduzco al quedar expuesta al aire. Es una madera semipesada, con textura, no muy lisa, con un dibujo de bandas. La fibra puede ser recta pero también puede presentar entrelazamientos. El grano es medio.

Identificación. Poro difuso. Anillos de crecimiento raramente visibles.

Vasos de tamaño mediano, solitarios o en cadenas radiales cortas (dos a cuatro), depósitos presentes. Radios finos o medianos, vasocéntricos, a veces con mal definido grano terminal. Ocasionalmente marcas rizosas.

Propiedades. Semidura, maciza. Se contrae poco, se trabaja bien aunque se necesita cierta habilidad, pues presenta tendencia al astillamiento, como las maderas blandas. No tiene tendencia al atejado, aunque no tolera el ser muy curvada sin quedar dañada. Se puede adquirir en piezas de gran tamaño, debido a que los troncos pueden alcanzar 1'20 cms de diámetro.

Durabilidad. Resistente a la intemperie y al ataque de hongos e insectos.





**CEREZO** (*Prunus avium*)**FRONDOSAS**

Descripción. Es una madera de grano fino y uniforme y fibra recta, de tono pardo rosado, que recuerda a la caoba, con un poro muy fino. Su albura es reducida y blanca, y el duramen rojo oscuro, vetado y brillante. Solamente se pueden obtener piezas medianas de dibujo poco complicado, si bien es considerada como una de las maderas de mayor calidad. Tiene tendencia a combarse durante el secado, pero luego resulta bastante estable.



Identificación. Poro difuso. Anillos de crecimiento normalmente visibles. Vasos pequeños, concentrados particularmente en la madera temprana más que en la tardía, generalmente solitarios o formando grupos en cadenas radiales. Radios finos, con varios vasos por radio. Parénquima invisible.

Propiedades. Moderadamente dura, semipesada, maciza. Se contrae y agrieta moderadamente, aunque tiene tendencia al atejado. Se utiliza como madera de gran calidad para el trabajo de talla.

Durabilidad. No resiste a la intemperie. Sensible al ataque de hongos e insectos.

**ÉBANO (*Diospyros evila*)****FRONDOSAS**

Descripción. Se caracteriza por el intenso color negro del duramen, aunque es muy variable, la albura es amarillenta. Algunas piezas tienen un negro uniforme en tanto que otras son marrones, agrisadas o gris con rayas blancas. En un tronco entero puede presentarse una amplia faja de albura pálida. El grano es fino y apretado, la fibra es recta o ligeramente entrelazada. Seca bien pero no resulta fácil de trabajar.



Identificación. Poro difuso. Anillos de crecimiento ausentes. Vasos pequeños o muy pequeños, moderadamente numerosos, solitarios y en cadenas cortas radiales (de dos a cuatro). Radios muy finos, relativamente numerosos, un radio por vaso. Parénquima abundante, difuso, en líneas concéntricas finas pero no fácilmente detectables.

Propiedades. Muy dura, muy maciza, frágil y compacta. Es muy nerviosa pero sin tendencia a atear. Se trabaja bien con herramientas afiladas. Aunque es dura y quebradiza, proporciona un acabado muy fino y liso.

Durabilidad. Resiste a la intemperie, muy resistente al ataque de hongos e insectos.

**HAYA** (*Fagus sylvatica*)**FRONDOSAS**

Descripción. Al cortarla, su madera es pálida, de color rojizo claro, y con el tiempo adquiere un color pardo amarillento, con estrías algo más oscuras de tono pardo rojizo, no diferenciándose la albura del duramen. De textura muy fina, uniforme y con fibras rectas. En las superficies aserradas “al hilo” son visibles los anillos de crecimiento. En las aserradas “a testa” aparece un punteado característico, debido a sus radios medulares.



Identificación. Poro difuso. Anillos de crecimiento bastante claros. Vasos pequeños, variables de tamaño y decreciendo gradualmente a través de los anillos de crecimiento. Radios finos, desigualmente repartidos, grandes y pequeños, con varios vasos por anchura de radio. Parénquima no muy evidente.

Propiedades. Dura, pesada, maciza. Se contrae mucho, con tendencia a agrietarse y a atejarse. Aguanta mal la alternancia humedad-sequedad, y se alabea con facilidad. Seca lentamente. Es fácil de trabajar.

Durabilidad. No resistente a la intemperie. Sensible al ataque de los hongos e insectos, enmohece con facilidad.

**TILO** (*Tilia europea*)**FRONDOSAS**

Descripción. Las varias especies de tilos son todos blanquecinos o de tono pálido cremoso amarillento, en contacto con el aire se vuelve más oscura. Tienen una fibra recta y un grano fino. No presentan ningún rasgo particular en lo que se refiere a su dibujo, pero la madera es muy apreciada por sus buenas condiciones de trabajo y por su estabilidad frente a los cambios de humedad. Es ligera y blanda.



Identificación. Poro difuso. Anillos de crecimiento poco marcados. Vasos muy pequeños, solitarios o más frecuentemente arracimados, bastante irregulares de forma. Radios finos o medianamente finos, hallándose los más anchos apoyados contra los límites de los anillos de crecimiento, uno o dos vasos por radio. Parénquima difuso, con líneas finas tangenciales del ancho de una célula, no perceptibles ni con una lente. Algunas veces se ven marcas onduladas.

Propiedades. Blanda, ligera, elástica. Seca rápidamente. Se trabaja bien. Es estable y sin tendencia a atejarse.

Durabilidad. No resistente a la intemperie. Muy sensible al ataque de hongos e insectos.

## II.8. OBSERVACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE LA MADERA MACIZA COMO MATRIZ GRÁFICA

La madera constituye un material de gran diversidad para su uso como matriz en el grabado, dada la extensa variedad de grados de dureza y las diferentes texturas de las muchas variedades de madera utilizables. Además, podríamos destacar igualmente otros aspectos, como la resistencia a los esfuerzos mecánicos (menor en la dirección de la fibra que perpendicular a ella), la resistencia a los disolventes (de importancia en el proceso de entintado) y la resistencia a la presión del tórculo, que conlleva la posibilidad de una amplia tirada de estampaciones. Estos aspectos tienen importancia tanto en la elaboración de la matriz como en la fase de estampación de la misma. Todo ello la convierte en un material excelente para la técnica de grabado que se plantea en esta tesis.

Según el planteamiento gráfico que se desee podemos optar por un tipo de madera u otro. Si lo que interesa es un trabajo de talla minucioso en el que los aspectos texturales no sean importantes, podemos decidirnos por una madera de textura homogénea y fina, que dé zonas de mancha uniformes, que sea dura, que posea un grano apretado, sin nudos ni vetas muy marcadas. Su superficie en este caso deberá ser bien lijada. Estas maderas pueden ser talladas en cualquier dirección, ya que no se astillan con facilidad y dan un tipo de talla de aristas limpias. Dentro de estas características, son muchas las maderas que pueden usarse, aunque podríamos citar entre ellas el peral, el cerezo, el boj, el nogal y el serval. Estas maderas de mayor dureza pueden dar lugar a una tirada mayor que las maderas de tipo más blando.

En otros planteamientos puede interesar una madera muy texturada, que pueda incluso sugerir o matizar la imagen, aunque en el caso de maderas con vetas y nudos muy marcados, como suelen ser las coníferas (pino, abeto,..) la talla puede ser dificultada por las diferencias de dureza entre vetas y entrevetas.

Las maderas blandas, como el pino, abeto, plátano, abedul, no son las más adecuadas para la realización de trabajos de talla finos. En este tipo de madera si se quiere conseguir una nitidez en el corte, hay que procurar que las herramientas estén perfectamente afiladas, pues de otro modo producirán líneas irregulares y quebradas. Este tipo de maderas son fácilmente astillables, pero por contra, al ser blandas, el trabajo de talla no es especialmente dificultoso.

Las maderas blandas poseen mayor porosidad que las duras, aunque pueden ser endurecidas mediante la aplicación de una capa de goma laca diluida al 50% en alcohol, lijándolas una vez hayan secado. Como otra opción, también se puede aplicar por ambas caras de la madera, previamente lijada su superficie, aceite de linaza cocido, lo que produce, aparte del endurecimiento de la matriz, un mejor resultado en el entintado, ya que la matriz será más receptiva a la absorción del aceite de las tintas<sup>65</sup>. También los alabeos que pueden surgir en la madera, una vez tallada, pueden reducirse.

Un factor importante a tener en cuenta en todo tipo de maderas es que la superficie debe ser perfectamente plana y el grosor del taco tiene que presentar un espesor uniforme ya que, en el caso de aparecer alguna irregularidad por pequeña que sea, aunque no afectaría para nada a la talla sí incidiría directamente en la estampación. Se puede igualar la superficie con una lijadora orbital o con un cepillo de desbastar.

La madera se puede texturar, en el caso de que su textura propia sea uniforme. Para ello, se puede “abrir la veta”, es decir, pasar un cepillo de alambre por su superficie, lo que hará que la fibra natural de la madera se acentúe, o bien inferir determinadas texturas diferentes a las propias de la madera, empleando instrumentos como el berceau, que presionado en sentido longitudinal dará lugar a una trama a base de líneas finas

---

<sup>65</sup> v. W. Chamberlain, 1988, op.cit., p. 65.

paralelas que pueden recordarnos al trazo del buril de velo. También se puede texturar con ruletas, creando una trama graneada o con rodela, que darán lugar a líneas punteadas.

Las vetas y nudos naturales de la madera se pueden acentuar aplicando una solución de ácido nítrico<sup>66</sup>, una vez entintado el taco con una capa fina de tinta grasa que actúa como una reserva y frotando seguidamente con la solución donde interese, o también frotando con un cepillo de raíz y lejía. Según el tiempo que se deje actuar el ácido el efecto será más o menos acentuado. Este método puede resultar excesivamente drástico y llegar a deteriorar la matriz, disminuyendo su compacidad.

Para trabajar con las maderas, éstas tienen que estar muy secas, pues la madera verde hace que se emboten las herramientas y que se agrieten las tallas y la exudación de la resina que suelen tener estas maderas no curadas puede producir alabeos e inhibir la absorción de la tinta en la impresión. La resistencia de la madera aumenta proporcionalmente al secado.

En este sentido, la madera debe tener una humedad en torno al 7%, pues además de facilitar la calidad del trabajo (se produce menos repelo) se evita que cambien sus dimensiones y se reduzcan los posibles alabeos. En este último sentido, sería conveniente que, previo a trabajar la cara de la madera, se practique en la contracara varias incisiones longitudinales que absorban los posibles movimientos de la madera, sin hacer peligrar la robustez de la pieza. Es lo que se denomina vulgarmente “matar” el nervio de la madera.

Las técnicas utilizadas en xilografía se pueden diferenciar en dos procedimientos, según esté cortado el bloque que servirá como matriz: el que emplea madera cortada en el sentido de la fibra, o sea, en sentido paralelo al eje del árbol y que se denomina *xilografía a fibra* o *al hilo* y el

---

<sup>66</sup> *Ibíd.*, pp. 65-66.

que emplea madera troceada en sentido perpendicular a dicho eje, llamada *xilografía a contrafibra* o *a testa*<sup>67</sup>. Los dos tipos de cortes de la madera, a fibra y a contrafibra, condicionan en gran medida la talla, que en el primero es en grano lateral y en el segundo en el grano terminal. Este hecho conlleva un instrumental específico en cada caso: gubias y cuchillos en el primero y buriles en el segundo, pudiendo hablar de madera tallada cuando empleamos matrices a fibra y de madera grabada en el caso de la contrafibra (a este respecto la denominación inglesa se adecua más al uso de las herramientas que al tipo de corte de la madera: *woodcut* y *woodengraving* respectivamente).

En la técnica a contrafibra se requiere una madera que tenga el mínimo de porosidad, que sea compacta, homogénea, de grano fino y de una gran dureza. Los tipos de madera más empleados son boj, cerezo, acebo y peral cortados en sentido perpendicular al tronco del árbol. En este tipo de corte queda eliminada la veta de la madera y la forma de grabar que se realiza sobre ella es similar a la de la técnica del buril sobre metal, de hecho es el mismo instrumental el utilizado en ambas: buriles de distintas secciones, desde los triangulares a los romboidales, montados en mangos en “forma de seta”, que permiten manejar el buril efectuando el corte de fuera hacia adentro. El taco de madera se apoya sobre una almohadilla para permitir que gire en varias direcciones como ocurre con el metal cuando se trabaja con buril.

Las tablas cortadas a contrafibra radialmente se contraen menos a lo ancho que los cortados a fibra, ya que los anillos de crecimiento en aquellos suelen tener la misma longitud, no así en los tableros a fibra que presentan longitudes diferentes, de tal forma que los exteriores, de mayor longitud, se contraen más que los interiores, lo que hace que los tableros

---

<sup>67</sup> En ciertos libros aparece también con el nombre de madera “*de pie*”, término que proviene de una mala traducción del francés: *bois de bout*: madera de grano terminal.



tiendan a curvarse a lo ancho (*véase el apartado II.6.1, dedicado al aserrado de la madera*).

El tablero cortado a contrafibra constituye, una vez que ha transcurrido su lento procesado industrial, un material bastante estable para poder servir como matriz en el grabado a testa. En este procesado es imprescindible que la madera haya sido secada perfectamente, pues de lo contrario se dificultaría en gran medida el trabajo de talla con los buriles.

En la xilografía a fibra la gama de maderas con posibilidades de uso es mucho más amplia, debido a que el tipo de talla no requiere cualidades tan específicas para el material a emplear. Se utilizan maderas de distinto grado de dureza, porosas o compactas, con texturas más o menos marcadas, según sea el trabajo que se quiera realizar, desde las blandas como el pino, el abedul o el abeto, hasta las más duras, como el peral, el nogal o el cerezo. Por otra parte, la posibilidad de conseguir distintas maderas para la xilografía a fibra es mucho mayor que para grabar a contrafibra, ya que la madera se suele comercializar cortada a la fibra.



---

*fig. 24 Aserrando un roble en Bon-Secours, 1930 (Bélgica).*



**MATERIALES ALTERNATIVOS A LA MADERA  
MACIZA COMO MATRIZ GRÁFICA**

Capítulos:

**III.** MADERAS MODIFICADAS

**IV.** LINÓLEO

**V.** PLÁSTICOS



### III. MADERAS MODIFICADAS

Entendemos por maderas modificadas, ya sean transformadas o regeneradas, las que han sido sometidas a una serie de tratamientos o manipulaciones para adquirir determinadas características. Surgen con la finalidad de aprovechar las buenas cualidades de la madera maciza natural, consiguiendo superficies de mayor anchura y una mejora en la homogeneidad del producto<sup>68</sup>.

Están constituidas bien sea por chapas de diferentes tipos de madera, por listones, o bien por elementos de éstos en dimensiones reducidas, fundamentalmente partículas, fibras de virutas de madera o también por materiales lignocelulósicos distintos de la madera: haces de fibras de cáñamo o de lino<sup>69</sup>.

Con estos materiales, producto de la tecnología industrial, se intentó mejorar los inconvenientes de la madera, como pueden ser la limitación en cuanto a superficie, sección y forma, las deformaciones volumétricas y la resistencia a la intemperie, resultando en muchas aplicaciones, de calidad superior a la madera maciza. La gran ventaja es que, mientras la

---

<sup>68</sup> Esta técnica de chapado de la madera es conocida desde la antigüedad por los artesanos. En el año 3300 AC, los egipcios ya la usaban, al igual que los babilonios, griegos y romanos. Aunque su utilización de forma generalizada fue hace apenas un siglo; entonces se encolaban con colas de caseína. Fue en el siglo XX, En los años 50, cuando surge el tablero de partículas o aglomerado y los tableros de fibras duro. A finales de los años 70 de dicho siglo surge el tablero de fibras de densidad media.

<sup>69</sup> AA.VV., AITIM, op.cit., p. 114.

naturaleza produce madera sin ninguna planificación, este tipo de materiales pueden ser fabricados para conseguir unas determinadas propiedades mecánicas adaptables a los distintos requerimientos comerciales, ampliando la gama de productos manufacturados derivados de la madera. El desarrollo de la industria de la madera transformada también se ha visto favorecido por las investigaciones sobre adhesivos sintéticos.

A pesar de lo anteriormente mencionado, los tableros derivados de la madera tienen comportamientos parecidos a ésta, tanto en sus propiedades físicas como mecánicas. En relación con el agua, ambos son higroscópicos, hinchando y mermando según tomen o cedan agua, como se aprecia en la siguiente tabla.

	Condición inicial 25°C; 65% HR	Condición 25°C; 30% HR	Condición 25°C; 85% HR	Inmersión en agua 24h
- Madera o T. alistonado (*) <u>Hinchazón o merma:</u> Axial Radial y tangencial	12%	6%	19%	
- T. Contrachapado <u>Hinchazón o merma:</u> Long. y ancho Espesor	10 al 12%	6 al 7% 0,1 al 0,13% 1 al 1,5% 1,2 al 1,7%	15 al 20% 0,08 al 0,1% 2 al 3% 2,2 al 3,2	>30% 0,15 al 0,25% 4 al 5%
- T. partículas <u>Hinchazón o merma:</u> Long. y ancho Espesor	9 al 12%	7 al 9% 0,15% 1,5 al 2% 1,8 al 2,3%	12 al 18% 0,15% 2 al 2,6% 2,3 al 2,9	>30% 0,4% 8%
- T. fibras densidad media <u>Hinchazón o merma:</u> Long. y ancho Espesor	9 al 12%	7 al 9% 0,15 al 0,2% 1,05 al 2% 1,4 al 2,4%	12 al 18% 0,15 al 0,2% 1,75 al 3,5% 2,1 al 3,9%	<19% ≤6%

(\*) Suponiendo que es madera de pino silvestre

Tabla 7 Estabilidad de los tableros frente a los cambios de humedad<sup>70</sup>.

<sup>70</sup> v. S. Vignote Peña/F.J. Jiménez Peris, 2000, op.cit., p. 256.

La diferencia fundamental es que en la madera maciza el cambio dimensional se realiza en las dos direcciones transversales de la pieza, mientras que en los tableros el cambio dimensional sólo afecta al espesor. Asimismo, son las colas las que hacen que los tableros sean menos resistentes a la humedad, encolados con colas fenólicas resistentes a la humedad).

Tipo de material	Densidad	Dureza Monnin	
Madera maciza y Tablero alistonado (*)	0,5	1,9	
T. contrachapado	0,55	1,9	
T. partículas	0,65	3 a 4	
T. fibras densidad media	0,70	4 a 5	
	Resistencia a la flexión Kg./cm <sup>2</sup>	Módulo de elasticidad E	Resistencia a la tracción Ko./cm <sup>2</sup>
Madera maciza y T. alistonado	800	90000	18
T. contrachapado	700	90000	18
T. partículas	150	28000	3,5
T. fibras densidad media	260	23000	6

(\*) Suponiendo como madera maciza, la madera de pino silvestre.

Tabla 8 Densidad, dureza y resistencia a la rotura de los tableros a esfuerzos de corta duración<sup>71</sup>.

Según la anterior tabla, vemos que la dureza de los tableros es superior a la de la madera maciza, lo que puede influir en el trabajo de talla. Además, otro factor a tener en cuenta es la cola utilizada en los tableros, que contiene abrasivos; esto puede afectar al manejo de las herramientas.

<sup>71</sup> v. S. Vignote Peña/F.J. Jiménez Peris/E. Morales Méndez/C. Gómez Pérez, *Tecnología de la madera en la construcción arquitectónica*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 2000, p. 114.



Podríamos establecer la división de estas maderas en **maderas transformadas** o mejoradas y **maderas regeneradas**<sup>72</sup>, que son producto del reciclado de restos de la fabricación de las primeras. En las transformadas tenemos los siguientes tipos: *tableros contrachapados*, *tableros alistonados*, *tableros laminados*, *madera comprimida*, *chapas de madera* y *micromadera*; entre las maderas regeneradas están los *tableros de partículas* o *aglomerado* y los *tableros de fibras*.

### III.1. MADERAS TRANSFORMADAS

Se trata de tableros constituidos por la unión de chapas de madera (hojas de espesor inferior a 7 mm) y elaborados con el fin de mejorar las propiedades de la madera de origen, siempre desde el punto de vista de su uso industrial. Tales mejoras comprenden entre otras, el aumento de la resistencia a la intemperie y la aminoración de los efectos anisotrópicos.

Las maderas transformadas quedan definidas por la especie de madera empleada, por la calidad de las chapas (normalmente de la cara y contracara) y por el tipo de encolado. Dado que se trata de hojas de madera encoladas, es decir, que su transformación industrial no da lugar a grandes cambios estructurales, van a tener grandes similitudes en cuanto a apariencia y comportamiento con la madera maciza.

#### III.1.1. Tableros contrachapados

Podríamos considerar el contrachapado como el conjunto formado por un número impar de chapas de madera desenrolladas y encoladas unas sobre otras, de manera que las fibras de una se encuentran en

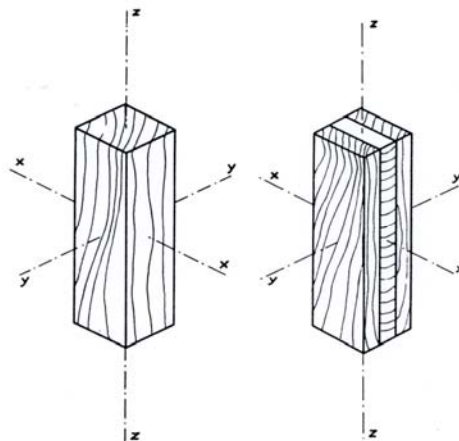
---

<sup>72</sup> Siguiendo la división de J. de Cusa, op.cit. 1995, p. 365.

dirección perpendicular a las de la chapa adyacente. Con este sistema las chapas se ven impedidas en sus movimientos, quedando fijadas unas contra otras.

Esta disposición alternada se adopta con el fin de evitar las variaciones y tensiones (lo que llamamos *trabajo* o *juego de la madera*), máximo en el sentido transversal a las fibras y mínimo en el longitudinal; de esta forma ambas direcciones se anulan y complementan mutuamente, con lo que se obtiene un tablero isótropo en el plano e insensible a las variaciones higrométricas.

La resistencia de los tableros contrachapados a la tracción y compresión ejercida paralelamente a las chapas superficiales es menor que la correspondiente en una pieza de madera maciza (véase *fig. 25*, dirección del eje ZZ), debido a que en ésta todas las fibras están en la dirección en que se realiza el esfuerzo y, en cambio, en el contrachapado hay parte de las fibras que no están en dicha dirección (en la dirección del eje XX el contrachapado es más resistente que la madera, ya que parte de sus fibras están orientadas en dicha dirección; en la dirección YY no hay diferencia entre el contrachapado y la madera, ni en tracción ni en compresión).



*fig. 25*

La sección debe estar constituida en simetría con respecto al espesor de las chapas, al tipo de éstas y al sentido de la veta. El número de capas suele ser impar: 3, 5, 7, 9, 11 o más, dando lugar a un tablero estable y resistente al alabeo, siendo las capas centrales más gruesas que las externas<sup>73</sup>. Asimismo, es importante que exista un perfecto paralelismo en la disposición de las fibras de cada chapa con la siguiente o siguientes, para evitar que se sumen las tensiones de hinchazón o contracción y peligre la estabilidad del tablero<sup>74</sup>.

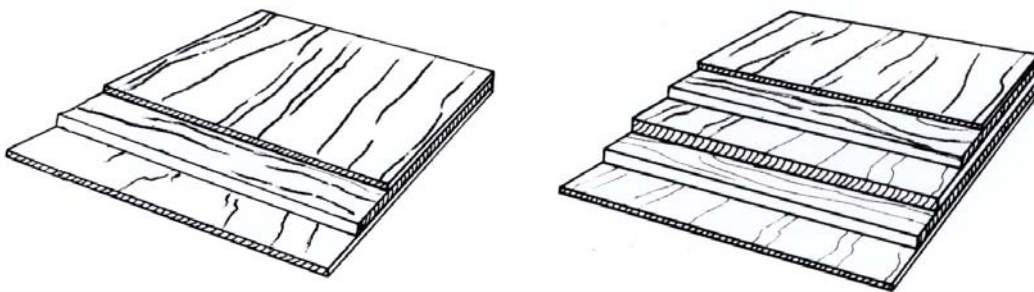


fig. 26 Contrachapados formados por tres y cinco chapas, respectivamente.

Las chapas superficiales de un tablero se denominan “caras”. Cuando la calidad de alguna de estas caras es superior a la otra, la mejor se llama “cara anterior” y la otra “cara posterior”. Las chapas dispuestas perpendicular e inmediatamente después de las caras se denominan *transversales*. La parte central es el *alma* o *núcleo*.

Podemos encontrar diferentes formas de constitución de los tableros contrachapados:

- a/ De 3 chapas, en el que las chapas de cada cara van unidas a una única placa maciza, que puede ser de igual o mayor grosor, denominándose en este último caso contrachapado de “alma maciza” o equilibrado.

<sup>73</sup> v. Nutsch, 1992, op.cit., p. 114.

<sup>74</sup> v. F. Spannagel, op.cit., p. 168.

- b/ Tableros multicapa, en los que el núcleo está constituido por un número impar de placas, normalmente de igual grosor, lo cual le confiere una rigidez y estabilidad uniforme.
- c/ Un tercer tipo menos generalizado es el formado por un número par de chapas, las dos centrales gruesas, con la fibra en la misma dirección y perpendicular con respecto a la fibra de las caras<sup>75</sup>.

La forma más utilizada de obtención de las chapas es mediante el desenrollado de troncos reblandecidos por vapor de agua, descortezados y troceados, que se colocan en un torno y se van cortando con una cuchilla que incide tangencialmente y corta una lámina continua, cuyo ancho es la longitud del tronco. Otro sistema es por medio de *chapa a la plana*, que se obtienen cortando del tronco láminas finas paralelas, mediante una cuchilla, siendo el principal inconveniente la limitación en cuanto a tamaño.

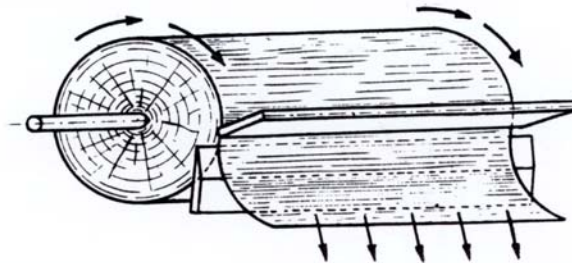


fig. 27 Cuchilla sacando del tronco una chapa desenrollada.

Se utilizan diferentes tipos de maderas, según el lugar de origen en el que se fabriquen. Las chapas externas y las del núcleo o alma pueden ser

<sup>75</sup> v. A. Jackson y D. Day, *Manual completo de la madera, la carpintería y la ebanistería*. Madrid, 1993, p. 34.

de maderas de especies diferentes<sup>76</sup>, aunque deberían chaparse ambas caras con la misma clase de madera o con maderas de análoga estructura e idénticas condiciones físicas de contracción, a fin de evitar los llamados “movimientos” de la madera.

Los tableros de coníferas suelen ser de pinos de distintas especies; los de frondosas de haya, abedul, cedro, tilo, etc. Entre las maderas tropicales la más utilizada con diferencia es el calabó (*pignatus angolensis*), especie forestal autóctona de Guinea y Gabón, de característico color rosado, de grano grueso, elástica, de escasa resistencia pero imputrescible y apta para desenrollarse (dimensiones que van desde 122x224 hasta 244x488 cms, y el grosor varía entre 4-50 mm) <sup>77</sup>.

La elección de los adhesivos que se emplean para realizar las uniones de las chapas es de gran importancia, ya que garantizan su cohesión. Durante mucho tiempo, el único adhesivo utilizado era la caseína, considerada entonces como impermeable, aunque luego se comprobó que se reblandecía con la humedad. La industria del tablero contrachapado, que data de principios del siglo XX, evoluciona en los años treinta con el desarrollo de los adhesivos impermeabilizantes<sup>78</sup>. Hoy en día se utilizan la urea y el formaldehído, las resinas fenólicas y la melamina.

Estas colas se aplican sobre las chapas cortadas al tamaño de la prensa, que funciona en caliente según el tipo de adhesivo. Se prensan varios tableros a la vez y, terminado el proceso, se cortan a dimensiones fijas.

---

<sup>76</sup> El chapeado de maderas vulgares con delgadas hojas de maderas de calidad aparece a mediados del siglo XIX, pero no es hasta 1870 cuando se perfecciona al descubrirse las colas de caseína, resistentes al agua, así como cuando se mejora la maquinaria empleada para la obtención de dichas chapas de madera.

v. A. Camuñas y Paredes, op.cit., p. 332.

v. F. Spannagel, op.cit., pp. 58-59.

<sup>77</sup> v. A. Camuñas y Paredes, op.cit., p. 332-333.

<sup>78</sup> v. F. Arredondo, *Madera y corcho*. Madrid, 1992, p. 113.

La resistencia a la acción de organismos xilófagos se ve favorecida por la inmunidad de las colas utilizadas.

Los usos de este material en grabado se multiplican de día en día por su indeformabilidad, ligereza, resistencia a la flexión, facilidad de corte, etc.

### III.1.2. Tableros alistonados

Son tableros de madera maciza constituidos por listones unidos longitudinalmente. Las propiedades mecánicas se mejoran respecto a la naturaleza de su madera, al disminuir las deformaciones del tablero por alternar en su disposición el corte radial y tangencial. El tipo de madera empleada es en un 90% de pino *insignis* y, en menor medida, de pino *pinaster* y pino *silvestre*.



Estos tableros se encuentran comercialmente con unas dimensiones de 244x122 cms, con espesores de 16, 19, 22, 25, 32, 38 y 45 mm. Existen como tableros “unicapas” y “tricapas”.

### III.1.3. Madera laminada

También llamada *madera en capas*, se fabrica con la misma técnica del contrachapado, pero disponiendo las chapas con la fibra en la misma dirección.

Las ventajas que se obtenían con la disposición del contrachapado, en el que las fibras de unas chapas eran perpendiculares a las adyacentes, podrían parecer que se pierden con este otro sistema, pero en la práctica no ocurre así. La clave está en la utilización de adhesivos sintéticos, del tipo del fenol-formaldehído, que forman una lámina continua, haciendo las veces de fibra cruzada e impidiendo los movimientos de la madera<sup>79</sup>.

Una vez aserrada mediante cortes paralelos, a cuartos o semicirculares, se somete a secado a temperaturas altas (>60° C), con el objeto de eliminar todo tipo de organismos xilófagos, pasando a la sección de prensado, donde se transforman en tableros. Con el prensado adquieren un mayor peso específico en menor volumen, confiriéndole una elevada consistencia.

Las ventajas de la madera laminada con respecto a la madera maciza son similares a las del contrachapado, pudiendo concretarse en las siguientes:

- Las dimensiones de los tableros son mayores que las conseguidas con la madera natural.
- Los defectos y anomalías se reducen mediante una adecuada colocación de las piezas.
- El movimiento de la madera laminada con respecto a los cambios de humedad es prácticamente nulo.
- Las resistencias mecánicas son algo mayores que en la madera maciza.

---

<sup>79</sup> v. F. Arredondo, 1992, op.cit. p. 116.

Hay un tipo de madera laminada, llamada comercialmente *Lamichapa*, cuya disposición es entrecruzada como en el contrachapado, aunque su proceso de fabricación y el material obtenido pertenece al grupo de los tableros laminados. Se fabrica en paneles de 8 mm de espesor, con longitudes de 2.600 a 2.900 mm y ancho de 100 mm.<sup>80</sup>

#### III.1.4. Madera comprimida

Es una variante de la madera laminada. Creada con el fin de reducir al máximo las secciones de los tableros, se ha conseguido sometiendo las piezas a la acción de un intenso y largo prensado, mediante prensas hidráulicas, que ejercen la presión en sentido perpendicular a las fibras de los tableros.

Como consecuencia de todo este procesado, la madera comprimida puede alcanzar un peso específico del doble de la madera natural y una dureza mucho mayor. Este factor hace que para trabajar este material se precise herramientas de acero duro o de diamante<sup>81</sup>.

Se someten a este tratamiento las maderas de haya, olmo y abedul. No son aptas por este procedimiento las maderas resinosas. Por otra parte, si a este sistema de mejora de las maderas unimos el del laminado, obtendremos unos tableros de madera comprimida en capas unidas por resinas sintéticas.

#### III.1.5. Chapas de madera

Son láminas u hojas de madera muy delgadas, que nos permiten disponer de gran variedad de tipos de madera, normalmente duras, a bajo

---

<sup>80</sup> v. J. de Cusa, 1992, op.cit. p. 278.

<sup>81</sup> v. J. de Cusa, 1995, op.cit., pp. 368-369.



coste. El árbol puede transformarse en diferentes tipos de chapas, según sean las características naturales de la madera y la parte del árbol que se utilice.

Estas chapas se suelen emplear en revestimientos, formando cuerpo con un soporte, mediante pegado y prensado, dejando de ser entonces un material flexible. Una marca comercial es Panyflex, que se puede encontrar en láminas de 45 cms de ancho por 2 o 3 m de largo, según el tipo de madera.

### III.1.6. Micromadera

Es otro tipo de madera transformada flexible, pero de menor espesor que la anterior, y responde al nombre comercial de un material de revestimiento fabricado por Hispania Internacional, S.A..

Es una chapa muy delgada de madera adherida a cartulina o papel Kraft. Posee una gran flexibilidad debido a su escaso espesor, confiriéndole el papel al cual va adherida una cierta resistencia. Se corta fácilmente.

Hay un tipo de micromadera adhesiva, que lleva en el dorso una capa de material adherente del tipo termofusible, y existe otra variedad que debe ser pegada por medio de colas sintéticas.

## III.2. MADERAS REGENERADAS

Este tipo de materiales están constituidos por elementos de maderas de dimensiones reducidas, fundamentalmente partículas, fibras o virutas, que han sido procesados mediante la aplicación de adhesivos, calor y presión.

Con el aprovechamiento de estos desperdicios de madera, que antes eran desechados, se ha conseguido un material de estructura homogénea, compacta y dura, con una superficie pulida y con características similares a las de la madera natural, pero con una serie de ventajas, de las que podemos resaltar las siguientes:

- Durabilidad, debida a la disposición horizontal de sus fibras.
- Resistencia a la compresión y a la tracción.
- Resistencia a los agentes atmosféricos y a los desequilibrios de temperatura.
- Imputrescibles, no admiten la acción de la carcoma.
- Refractarios.
- Dureza media, con una densidad entre 550-650 Kg./m<sup>3</sup>.
- Grandes dimensiones de los tableros (hasta 5x1'22 m).

### III.2.1. Tableros aglomerados

El *tablero de partículas* o *aglomerado*, es el formado por partículas de madera o de otro material leñoso (virutas, restos del troceado de la madera de poca calidad), aglomerados entre sí mediante un adhesivo, inyectado en caliente y bajo presión<sup>82</sup>.

---

<sup>82</sup> v. F. Spannagel, op.cit., p. 205.

v. ODITA (Oficina de difusión del tablero aglomerado), *El tablero aglomerado en la construcción*. ODITA, Madrid, 1979, p. 13.

La madera se fragmenta hasta obtener un espesor regular. Las partes más grandes se vuelven a triturar, las medianas son para la parte interior del tablero y las más finas para la capa exterior, para que presente un mejor acabado.



Los adhesivos utilizados son resinas sintéticas termoestables polimerizados mediante presión a altas temperaturas. Dependiendo de las características del tablero se suelen utilizar los siguientes adhesivos: urea-formol, urea-melamina-formol y fenol-formaldehído<sup>83</sup>. La cantidad de cola utilizada en el proceso representa alrededor de un 8% del peso del panel.

De esta forma se obtiene un material homogéneo y compacto, de gran dureza y resistencia, de volumen constante, con mayor peso que la madera maciza natural y buen aislante térmico. Por el contrario, tiene como inconvenientes su fragilidad, menor resistencia a la tracción y la influencia negativa de la humedad en la mayoría de tipos de aglomerado.

Para su elaboración se suelen emplear maderas blandas, aunque sus propiedades se ven poco afectadas por este factor y sí por el tamaño, forma y orientación de las partículas. Las virutas son obtenidas de troncos finos y descortezados, de ramas, de madera residual y de sustancias fibrosas con contenido en resina, tales como partículas leñosas de lino o cáñamo. La madera se desviruta y se desecan las partículas, clasificándolas y almacenándolas en depósitos secos. Las maderas más

---

<sup>83</sup> v AITIM, 1994, op.cit., p. 194.

utilizadas para su elaboración suelen ser pino silvestre, abeto rojo, abeto blanco, haya, álamo y abedul.

Se fabrican diferentes tipos de tableros aglomerados<sup>84</sup>, en función de la forma y tamaño de las partículas, de su distribución en todo el tablero y del tipo de aglutinante utilizado para adherirlas. Asimismo, hay aglomerados chapeados, cubiertos con una chapa que puede ser de diferentes maderas, con lo que se consigue facilitar el trabajo de talla.

Los podemos diferenciar en los siguientes:

a) **Tablero de virutas anchas.**-

Es el formado por delgadas virutas de madera, orientadas al azar. Requieren una menor cantidad de cola y presentan mayor resistencia a la tracción que el tablero aglomerado normal y el contrachapado.



Una variedad comercial es el tablero OSB (oriented structured board) o tablero de virutas orientadas.

b) **Tablero de fibras orientadas.**- Se trata de un material formado por tres capas de virutas de madera de coníferas, orientadas en la misma dirección y dispuestas de forma entrecruzada, como ocurre en el contrachapado. Están orientadas en un 70% siguiendo alternativamente la dirección longitudinal del tablero, por lo que las propiedades del mismo se incrementan en esa dirección y disminuyen en la dirección perpendicular<sup>85</sup>. Resulta similar en

---

<sup>84</sup> v. A. Jackson/D. Day, op.cit., p. 36-37.

<sup>85</sup> v. AITIM, 1994, op.cit., p. 193.

cuanto a resistencia al anterior, siendo mayor que en el aglomerado convencional.

- c) **Aglomerado de densidad graduada.**- Tiene capas de partículas muy finas y un núcleo de partículas gruesas en una transición gradual.
- d) **Aglomerado de una capa.**- Se realiza a partir de partículas de tamaño similar y distribuidas uniformemente. Se suele utilizar aplicándole en la superficie laminados plásticos o delgadas capas de melamina.
- e) **Aglomerado de tres capas.**- Es el más común. El núcleo está formado por gruesas partículas que constituyen una masa porosa de virutas de madera, insensible a las variaciones higrométricas. Las dos capas exteriores son delgadas y de extraordinaria compacidad, compuestas por virutas de pino, con elevada proporción de resina, lo que produce una superficie lisa. Comercialmente se le conoce en España con el nombre de *Novopan*, y se puede encontrar en tableros de 122x244, 183x366 y 244x488 cms, con gruesos de 10 a 32 mm<sup>86</sup>.

El aglomerado es, por lo general, un material fuertemente hidrófilo y propenso a la dilatación. Al trabajar su superficie suele desmenuzarse, pudiendo quedar embotadas las herramientas de talla, debido a la dureza de los adhesivos que contiene. Puede también disgregarse al cabo del tiempo si queda expuesto a la intemperie y, sobre todo, si recibe directamente la acción de la lluvia. No obstante, existe un tipo de tableros de partículas resistentes a la humedad, llamados *tableros hidrófugos*.

---

<sup>86</sup> v. J. De Cusa, 1992, op.cit. p. 293.

### III.2.2. Tableros de madera cemento

En este tipo de tableros la madera supone un 25% del producto. Compuesto de cemento Pórtland reforzado con fibras naturales de celulosa mineralizada, la superficie de una de sus caras es lisa y la otra es rugosa; ambas de color grisáceo y tono de cemento. Se comercializa con una gran variedad de espesores y tamaños. Sus propiedades son las siguientes: densidad 1'1 a 1'3, resistencia a la flexión 90 Kg./cm<sup>2</sup>, resistencia a la tracción perpendicular 4 Kg./cm<sup>2</sup>.



### III.2.3. Tableros de fibra

Están formados por fibras de madera o de otro material leñoso, adheridas mediante una resina sintética<sup>87</sup>, y sometidas a gran presión. Se fabrican con desechos de madera natural que posee defectos, rehaciéndola posteriormente en forma de chapa, consiguiendo un material homogéneo en todo su espesor y dimensionalmente muy estable, pues apenas sufre contracciones ni alabeos.

Este material fue inventado en los Estados Unidos hacia 1910, con el fin de aprovechar los desechos del triturado de la caña de azúcar. Se comercializó a gran escala en los años veinte, con el nombre de *Wollboard*, con el que se conoce en el mercado internacional el producto

---

<sup>87</sup> Las mismas resinas sintéticas utilizadas para los tableros aglomerados: urea-formol, urea-melamina-formol o fenol-formaldehído.

v. AITIM, 1994, op.cit., p. 209.

originario y sus variantes. Otra marca comercial muy difundida en EE.UU. y que ha tenido una gran utilización como matriz en diferentes técnicas de grabado es el *Masonite*, material que en España se le conoce con el nombre de *Tablex*. Suecia modificó y mejoró la técnica de manufactura, siendo su sistema en la actualidad el que se sigue a nivel mundial<sup>88</sup>.

Los desechos de aserrado de la madera se cortan en astillas de forma paralelepípeda, después se desfibran mecánicamente entre dos cilindros acanalados en presencia de vapor, de forma que se ablanden los ligantes de la madera. La masa fibrosa es refinada y después se incorporan los ligantes para cohesionar el producto. En esta fase del procesado la pasta se tratará de forma diferente según el producto elegido. El afieltrado consiste en entremezclar las fibras en todos los sentidos para dar homogeneidad al producto. Por último, es escurrido y secado en hornos.

Se fabrican tableros de diferente densidad, en función de cual sea el aglutinante que deba mantener unidas sus fibras. Así, podemos distinguir:

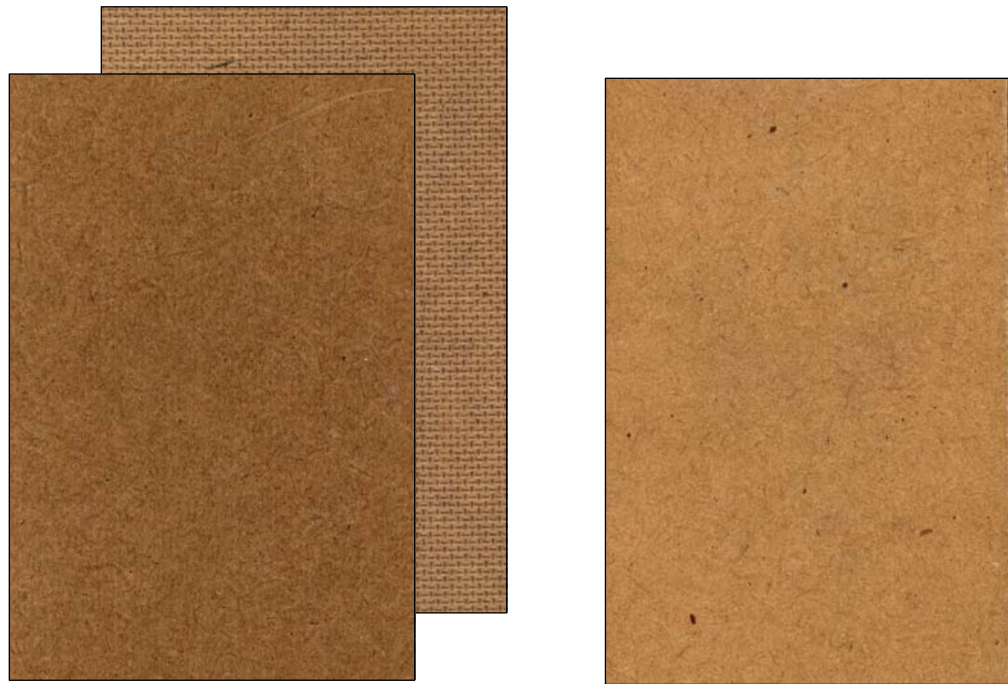
**a.- Tableros de fibras de alta densidad.** Fabricados a partir de fibras húmedas sometidas a presiones y temperaturas muy elevadas, y cuya unión se realiza mediante las resinas naturales contenidas en dichas fibras. Se pueden dividir en tableros duros y semiduros. Los duros están impregnados con resina y aceite para mejorar su resistencia mecánica y para hacerlos impermeables. Los semiduros poseen un aglutinante similar, que se halla en las propias fibras de la madera. Los duros normalmente tienen o una cara lisa y la otra granulosa o ambas lisas. Podemos encontrarlos con diversos tipos de tratamiento superficial en la cara lisa: imitando texturas (maderas, piedra, etc) y suele tener un espesor de entre 3'5 y 6 mm.

---

<sup>88</sup> v. C. Rougeron, *Aislamiento acústico y térmico en la construcción*. Editores Técnicos Asociados, Barcelona, 1977, p. 62.

Este material no lleva aglutinante, sino que está hecho prensando las fibras de la pulpa de la madera. Durante el proceso de fabricación las fibras son impregnadas de una pequeña cantidad de parafina, sustancia que lo vuelve impermeable al agua.

Una variante de estos tableros de fibras es el conocido en España con el nombre de *Tablex* (en EE.UU. *Masonite*), que posee las dos caras claramente diferenciadas: una de ellas lisa y homogénea, similar a la del linóleo pero no tan fácil de trabajar, y otra cara formada por una trama de tejido, resultado de prensar con la malla metálica de separación de la fibra y el agua, ambas de color marrón oscuro. Posee una mayor dureza que los anteriormente citados tableros de fibras.



---

*Tablex**fig. 28**Duolite*  
*(High Density Fibreboard)*



b.- Tableros de fibras de densidad media. Es el tipo de tablero de fibras más utilizado comercialmente. Tiene ambas caras lisas y se fabrica mediante un proceso seco, encolando las fibras con resina sintética.



Al presentar una textura uniforme y fina en ambas caras así como tener una gran compacidad, permite un trabajo de talla más fácil que en la madera maciza y en el contrachapado, con una gran limpieza de corte. Se fabrica en grosores de entre 2'5 a 40 mm, en una amplia variedad de tamaños. Se le conoce comercialmente como *tableros DM* y también como *FibraPan*.

---

fig. 29 Tablero DM

Mencionar dentro de este apartado una modalidad mixta de tablero contrachapado y de fibras, formado por dos chapas de madera y el alma de partículas de densidad media, denominado comercialmente no como tablero contrachapado como tal sino por la abreviatura inglesa MDF (*Medium Density Fibreboard*).

### III.3. OBSERVACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE LAS MADERAS MODIFICADAS COMO MATRIZ GRÁFICA.

Como hemos expuesto en los anteriores apartados del presente capítulo, dentro de este grupo de materiales encontramos tableros con diferencias acusadas según su fabricación, es decir, según sea el material de partida: maderas transformadas (chapas y tableros) o maderas regeneradas (fibras o aglomerado). Debido a ello, sus cualidades para ser convertidos en matriz gráfica podrán variar de forma considerable. Por otra parte, hay que señalar que también se pueden adquirir con facilidad, hasta el punto de que incluso pueden encontrarse muchas veces y en bastante buen estado en contenedores de escombros, además de su asequible precio comercial y sus formatos de gran tamaño.

Estas diferencias y peculiaridades para ser convertidas en matriz para el grabado en relieve sustractivo las analizaremos para conocer el grado de idoneidad para la talla en el caso concreto de las maderas modificadas más empleadas en el grabado en relieve.

1. **TABLEROS CONTRACHAPADOS.**- Este tipo de material posee cualidades comunes a la madera maciza, ya que el contrachapado está constituido por chapas de madera, con lo cual aspectos tales como la textura, el tipo de talla, la preparación del tablero, etc, serán muy similares a los del tipo de madera del que se parta para su fabricación.

No obstante, gozan de una serie de ventajas como el hecho de que son más fáciles de conseguir, con una gama mucho mayor de tamaños y espesores (entre 3 y 22 mm) y un menor precio. Estos son los factores que han hecho que los contrachapados sean cada

vez más usados en el grabado en relieve sustractivo, desplazando en muchos casos a la madera maciza.

A partir de 6 mm de espesor son más estables que la mayoría de las maderas macizas, es decir, que es más difícil que puedan llegar a alabearse, sobre todo cuando se tallan. Si la hoja exterior es inferior a 2 mm de espesor, será difícil realizar un corte limpio, puesto que las fibras de las chapas que componen el contrachapado están dispuestas en sentido perpendicular unas respecto a las otras, lo que puede implicar una mayor dificultad a la hora de tallar para obtener un corte limpio y profundo, cosa que no ocurre en la madera maciza. Hay contrachapados que alternan en su constitución una chapa de madera dura y otra de madera blanda, hecho que puede representar una dificultad añadida en los cortes.

Optaremos por uno u otro tipo de madera contrachapada según la valoración que hagamos de diferentes aspectos que nos interesen en el planteamiento gráfico del que se trate, como por ejemplo la textura, factor que puede predominar en la imagen. En este caso, se elegiría un tipo de chapa con vetas y nudos muy marcados (contrachapados de coníferas) o con fibras señaladas (calabó), aún en detrimento del posible astillamiento del material (en el segundo caso) o de la dificultad de tallar en maderas con vetas y entrevetas señaladas. A propósito de esto, señalaremos que en la huella que dejan al imprimirse no hay diferencias con respecto a la madera maciza, pues la gama de chapas que puede conseguirse es muy extensa. Sin embargo, si el factor de textura no es esencial, elegiremos los que sean de madera más dura y compacta, como es el caso del de haya, uno de los más empleados en la actualidad, y que permiten conseguir tallas nítidas y finas. Debido a que la mayor parte de contrachapados de madera blanda

tienden al astillamiento, las herramientas que se utilicen deberán estar muy bien afiladas.

El uso de contrachapados se puede combinar con la madera maciza para crear superficies de color por sobreimpresión e igualmente con el linóleo, aprovechando su facilidad de talla y la textura propia de la chapa de madera. Los resultados, tanto en la estampación como en la talla, son muy semejantes a los que se obtienen usando la madera maciza. Las herramientas para tallar son las mismas que las utilizadas para la xilografía a fibra: gubias y cuchillos, e igualmente se pueden emplear herramientas eléctricas, como taladros con accesorios de tipo cortante y abrasivos (fresas y muelas). Además, se puede realzar su textura natural o crear áreas texturadas mediante el uso de instrumentos apropiados (*véase en el séptimo párrafo del apartado II.8*).

Las maderas de contrachapado se pueden cortar fácilmente (sobre todo si su espesor no supera los 6 mm) de forma manual con una segueta, para líneas rectas o troquelar con formas diversas. Para tableros grandes, este trabajo de corte se facilita con el uso de la sierra eléctrica de vaivén. Con espesores pequeños es suficiente el empleo de un “cutter” y una regla sobre la superficie dibujada del tablero.

2. **TABLEROS AGLOMERADOS.**- Son tableros con una estructura muy diferente a los anteriores que va a condicionar la forma de incidir sobre ellos.

Estos materiales, fabricados con madera regenerada mediante unión de partículas, presentan una superficie no especialmente favorable para la talla, pues son muy texturados y su dureza es considerable y desigual, lo cual hace que al incidir se desmenucen

con facilidad y que las virutas se desprendan de forma irregular. Otros inconvenientes serán su escasa resistencia a los disolventes y que a menudo su grosor resultará excesivo para ser estampado con el tórculo. No obstante, la superficie del aglomerado se puede endurecer con barniz para poder tallarlo mejor. También se puede imprimir las dos caras con aceite de linaza cocido, con el fin de cerrar los poros y facilitar el entintado. Hay aglomerados que poseen una chapa exterior de madera, por lo que pueden tallarse mejor, aunque esta chapa suele ser por lo general de espesor mínimo.

Es apropiado como superficie texturada, para la sobreimpresión de planchas. También, en vez de usar gubias y cuchillos, se puede utilizar el taladro eléctrico con velocidades elevadas para poder incidir en su dura superficie, aunque su talla nunca se caracterizará por ser fina y nítida, sino más bien rugosa y tosca.

3. TABLEROS DE FIBRAS.- Estos materiales, por su estructura compacta y blanda, poseen buenas cualidades para ser tallados en cualquier dirección. Aunque su textura no es destacable, pues dan como resultado en la impresión una tinta homogénea, al igual que el linograbado, su gran facilidad para la talla representa una gran ventaja. Las herramientas no difieren de las utilizadas en xilografía a fibra: gubias y cuchillos o instrumental eléctrico con accesorios cortantes y abrasivos.

Los hay de diferentes densidades, según el tamaño de las fibras de madera que los componen: de alta, media y baja densidad, pero son los de densidad media (llamados DM) los más empleados. Su superficie, al ser blanda y no totalmente homogénea, dificulta los grafismos muy finos ya que los contornos de las tallas no son nítidos

sino más bien irregulares y rugosos. Se puede recurrir al lijado de la superficie para conseguir un mejor entintado.

Dentro de los tableros de fibras, el llamado *Tablex* posee unas características particulares, pues su superficie es de mayor dureza y más satinada (posee aceite en su composición). Esto hace que sea un poco más difícil de trabajar, pues las herramientas resbalan más en su superficie. Por otra parte, es posible conseguir tallas más finas que en el resto de los tableros de fibras. La impregnación con aceite hace que la dureza y resistencia de las fibras de madera que lo conforman sean mayores, reduciendo también la porosidad, por lo que el entintado puede dar una mancha más homogénea. Las herramientas deberán estar perfectamente afiladas para evitar que resbalen al tallar. Se graba por la parte lisa, que es la que se ha descrito pero, a diferencia de los otros tableros de fibras, cuyas caras son iguales, el dorso del *Tablex* posee una textura tramada, que es de mayor porosidad. Se puede emplear no para tallar sino como superficie texturada en sobreimpresión, si bien hay que procurar evitar el exceso de humedades de los disolventes, porque dañan su composición y hacen frágiles los relieves de poca área superficial.



#### IV. EL LINÓLEO

El linóleo, a efectos de su clasificación en un grupo concreto de materiales, se podría considerar como un producto derivado de la madera, pues al igual que en algunos tipos de maderas transformadas, como el aglomerado o los tableros de fibras, una parte importante de su composición está constituida por residuos madereros, en este caso harina de madera y corcho pulverizado, aglomerados mediante resinas y extendidos sobre un tejido de yute.

La palabra linóleo o linóleum se deriva de dos raíces latinas: *linum* (lino) y *oleum* (aceite), haciendo alusión a uno de sus componentes principales, el aceite de linaza, obtenido de las semillas oleaginosas del lino. El linóleo es el único pavimento elástico fabricado con materiales totalmente vegetales y cuya composición no ha sufrido alteración alguna desde que se inventó hace 140 años<sup>89</sup>.

Las materias primas que lo componen están formadas por una mezcla de compuestos orgánicos e inorgánicos, más un aglutinante, que es el aceite de linaza oxidado o linoxina<sup>90</sup>, mezclado con resinas naturales. Los compuestos orgánicos incluyen harina de madera, corcho pulverizado y yute. Los compuestos inorgánicos contienen piedra caliza molida y

---

<sup>89</sup> v. DLW, op.cit., p.9.

<sup>90</sup> Se trata de aceite de linaza cocido mezclado con un secante y sometido a la acción del aire y de los rayos ultravioleta, para favorecer la oxidación.  
v. H. Wolf, *Materias plásticas*. Antonio Roch. Barcelona, (s.f.), p. 122.



pigmentos<sup>91</sup>. Estos pigmentos se le añaden fundamentalmente para conferirle determinadas decoraciones (fig. 30).

La harina de madera<sup>92</sup>, normalmente de abeto, pino, pinabete y chopo, mejora sus cualidades aumentando la resistencia y dureza<sup>93</sup>, reforzada por el añadido de piedra caliza molida.

El corcho natural, obtenido del alcornoque mediante el molido muy fino de su corteza, es un componente imprescindible, pues gracias a él el linóleo posee una gran elasticidad y excelentes propiedades como aislante térmico y acústico.

La materia cementante del corcho es una mezcla en proporciones diversas de resinas, linoxinas, aceites oxidados y otras sustancias como la goma Kauri. Las resinas se utilizan como aglomerantes y para endurecer la linoxina. Los tipos más empleados son: resina de colofonia y resina copal<sup>94</sup>.

---

<sup>91</sup> v. AA.VV. *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*. 1985, op.cit., p. 244, Vol. 7.

<sup>92</sup> La *harina de madera* es una de las materias de carga más empleadas, entendiéndose por tal una serie de materiales que se añaden a un producto para mejorar sus propiedades mecánicas, para servir de base a efectos de color o para abaratar costes. La harina de madera es la base de todos los polvos de moldeo de materiales plásticos. La industria de la madera produce grandes cantidades de partículas de madera que son trituradas mecánicamente, obteniéndose pequeñas fibras de madera uniformes.

v. H. Barron, *Plásticos modernos*. Barcelona, 1952, pp. 181-182.

v. H.R. Simonds, A.J. Weith, M.H. Bigelow, op.cit. pp. 1349-1350 y 1356.

<sup>93</sup> v. H. Barron, op.cit. p. 181.

<sup>94</sup> La *resina de colofonia* es de color amarillo rojizo, transparente, fácilmente fusible. Se obtiene deshidratando por la acción del calor determinadas especies de pino, fundamentalmente *Pinus Pinasta* y *Pinus Palustris*. Cuando está fresca es soluble en alcoholes, ésteres, cetonas, hidrocarburos aromáticos y clorados y aceites polimerizados y no polimerizados. Produce películas frágiles que se ablandan a temperaturas relativamente bajas.

La *resina copal* es una resina natural de origen vegetal, que se presenta en gran medida como material fósil. Se usa en adhesivos y acabados y especialmente en barnices.

v. AA.VV., *Sustancias naturales y materiales plásticos*. Barcelona, (s.d.), p.4.

v. H.R. Simonds, A.J. Weith, M.H. Bigelow, op.cit., p. 1352.

Para soporte del linóleo se usa un tejido de yute.



Fig. 30 Linóleo en diferentes acabados comerciales.

Es un material de revestimiento utilizado desde finales del siglo pasado por sus buenas cualidades, ya que es compacto, resistente, flexible, elástico, y posee buenas propiedades mecánicas. Debido a que su proceso de manipulación es lento y su resistencia a los álcalis y a manchas es baja<sup>95</sup>, en la actualidad se reemplaza por otro tipo de pavimentos de características similares: los revestimientos vinílicos.

<sup>95</sup> v. AA.VV. *Encyclopedia of Polimer Science and Engineering*. 1985, op.cit., p.244. Vol. 7.

#### IV.1. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL LINÓLEO

Como hemos comentado, la fabricación del linóleo, en sus procesos esenciales actuales, no ha sufrido cambios significativos desde que fue inventado.

El linóleo fue inventado en Inglaterra en 1863 por el ingeniero Frederick Walton de forma casual, al intentar la producción de cuero artificial, utilizando entre otros ingredientes el aceite de linaza. Walton experimentó con varios métodos para tratar el aceite de linaza y se dio cuenta de que cada vez que olvidaba cubrir unas latas de dicho aceite se formaba una película gruesa y elástica debido a la acción del oxígeno atmosférico<sup>96</sup>.

En la misma época, en Inglaterra, muchos pavimentos estaban formados por una sustancia hecha de caucho mezclado con corcho pulverizado; Walton descubrió que podría fabricarse un pavimento mezclando corcho pulverizado con aceite de linaza oxidado. Experimentó con varios compuestos de linaza oxidados y observó que cuando se combinaban a elevadas temperaturas con resinas naturales (kauri y colofonia) y se mezclaban con corcho molido y pigmentos, se producía un material plástico que, laminado sobre un tejido y dejado secar, constituía un producto idóneo como pavimento<sup>97</sup>. Este tejido lo llamó "oleotejido", elaborado mediante la colocación de pesadas capas de pintura al óleo sobre un tejido de cáñamo o arpillera<sup>98</sup>. El fin último era en realidad la fabricación de un suelo plástico similar al caucho, que abaratase costes, fuera resistente y dúctil: de esta forma surgiría el linóleo.

---

<sup>96</sup> v. F. Kafka, *Linóleum Block Printing*. N.Y., 1972, p. 27.  
v. Simonds, Weight, Wigelow, *Tratado general de plásticos*. Barcelona, 1953, pp. 294-295.  
v. catálogo de productos D.L.W. linóleum, p. 47.

<sup>97</sup> v. Simonds, Weight, Wigelow, *op.cit.*, p. 295.

<sup>98</sup> v. F. Kafka, *op.cit.* p. 27.

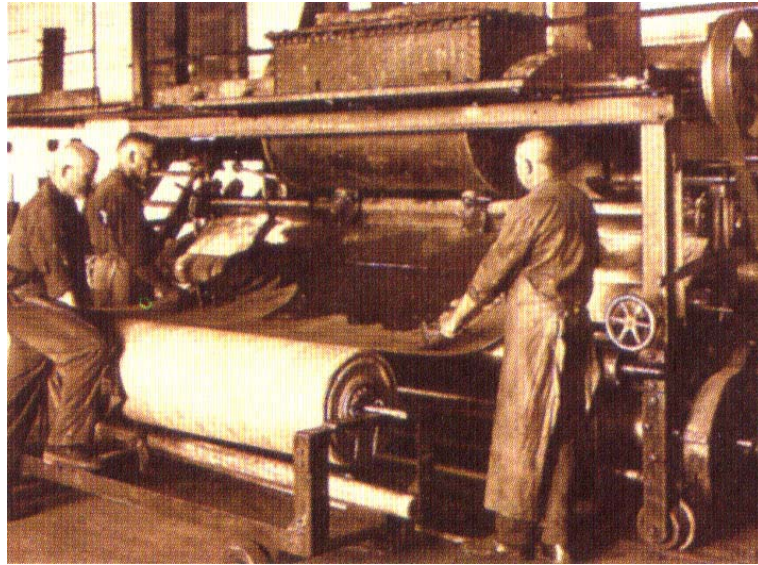


fig. 31 Fábrica de linóleo en Delmenhorst, 1910 (Alemania)

Los arquitectos y constructores de la época vieron que este producto podría tener una aplicación universal y que era un elemento decorativo de enormes posibilidades. Muchos arquitectos de la Bauhaus, como Mies Van der Rohe, Peter Behrens y Josef Hoffmann crearon diseños propios de linóleo.

También simultáneamente, el linóleo conquistó una posición determinante en el arte: el linograbado como medio gráfico de expresión. Surge como un procedimiento derivado desde un punto de vista técnico del grabado en madera y creado con la finalidad de simplificar el proceso de trabajo. Estas alternativas se buscaban desde finales del siglo XIX y principios del XX y de ahí surgieron técnicas como la cartulina para raspado<sup>99</sup>.

<sup>99</sup> Este procedimiento lo inventó en 1865 el austriaco Karl Engerer y consiste en la creación de una matriz partiendo de una hoja de cartón recubierta de una mezcla de caolín, gelatina y glicerina, sobre la que se dibuja con tinta china y luego se va raspando con cuchillas, bisturís, puntas secas, rascadores, con el fin de ir sacando los blancos. Esta técnica representó una alternativa para los xilógrafos, facilitándoles un soporte económico, fácil de trabajar y con

El proceso empieza con una oxidación natural o artificial del aceite de linaza. En la técnica antigua se hervía el aceite y se vertía en un chorro continuo sobre trozos de muselina y se dejaba secar al aire en períodos de varias semanas. El material resultante era cortado en pedazos, triturado, curado y mezclado con harina de corcho<sup>100</sup>. En el método moderno el aceite de linaza se coloca en depósitos donde es agitado y sometido a finos chorros de oxígeno a altas temperaturas, y en un corto espacio de tiempo absorbe el suficiente oxígeno como endurecerlo. El aceite oxidado o linoxina pasa a unas calderas donde se le añaden las resinas y por cocción, dando lugar a una masa gomosa formando el llamado “cemento de linóleo”. Este es mezclado, en proporciones convenientes, con el polvo de corcho, la harina de madera y los pigmentos, de forma perfectamente fina y homogénea. Finalmente, se obtiene una materia grumosa, húmeda y plástica que se adhiere sobre el tejido de yute en una “calandra” de grandes dimensiones<sup>101</sup>.

---

resultados inmediatos. Una vez realizada la imagen se reportaba fotográficamente a planchas de zinc, constituyendo un cliché cincográfico. De esta forma, se utilizaba a principios del siglo XX en la ilustración de libros económicos.

Una variante de este soporte es la cartulina de Masser, formada por una capa de blanco de España y de cola de pescado aplicada sobre una hoja de cartón perfectamente pulida. La forma de trabajo es exactamente igual que en la anterior.

v. A. Beguin, *Dictionnaire technique de l'estampe*. Bruxelles, 1977, p.84.

v. A. Krejca, *Les techniques de la gravure*. París, 1988, p. 47.

<sup>100</sup> v. F. Kafka, op.cit., p. 27.

<sup>101</sup> La calandra es una máquina similar al tórculo, consta de dos cilindros de presión que prensan esta masa sobre la banda continua de yute, a una temperatura de 100°C. La separación regulable de estos cilindros determina el espesor de la capa del linóleo que, por la doble acción del calor y de la compresión, se adhiere perfectamente a la tela de yute. Para hacer más lisa la superficie, se suele pasar la tela entre cilindros huecos bruñidos, calentados interiormente con vapor. Para evitar la acción de la humedad sobre la tela y su posible deterioro se le aplica una capa de barniz llamado *backing*, que suele ser una preparación a base principalmente de aceites de linaza y ricino.

v. H. Wolf, *Materias plásticas. Productos artificiales de aplicación en industrias, artes y oficios*. Antonio Roch, Barcelona, (?), pp. 217-221.

El linóleo, todavía blando, se va secando en cámaras de secado acondicionadas térmicamente y a una temperatura aproximada de 70° C durante varias semanas, hasta que adquiriera su consistencia definitiva.

Las diferentes coloraciones se obtienen mediante el teñido con pigmentos minerales. Para obtener un linóleo con dibujo se colocan a mano sobre la banda de yute los fragmentos de cada color cortados de una masa de linóleo laminada de un espesor muy pequeño. Bajo la acción de una fuerte presión y de temperatura elevada, los diversos elementos del dibujo se van soldando, formándose una banda continua<sup>102</sup>.

#### IV.1.1. Descripción de productos comerciales

El linóleo se comercializa de dos formas, por unidades de diferentes medidas o bien en rollos de 15 a 20 m de longitud, 1 a 2 m de anchura y espesores de 2 a 7 mm. Si se adquiere en rollos, conviene estirarlo inmediatamente, cortarlo en trozos y poner peso encima, para que quede perfectamente plano y se pueda trabajar bien. El espesor no debería ser muy fino, pues fácilmente se puede llegar a cortar el tejido de yute.

Hay varias marcas de linóleo, de las que se han estudiado las siguientes: SOMMER, FORBO y DLW<sup>103</sup>.

---

<sup>102</sup> v. F. Arredondo, F. Soria, *Estudios de materiales*. Madrid, 1961, pp. 113-114.

v. AA.VV. *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*. op.cit., p. 244, Vol. 7.

v. D.L.W., op.cit., p. 7.

v. F. Kafka, op.cit., p. 27.

v. F. Orus, 1985, op.cit., p. 356.

<sup>103</sup> v. Apéndice 2. La descripción y características que se hace de cada uno de los productos procede de la información facilitada por varias marcas que los comercializan en España y de esta forma se ha transcrito, aunque dicha información no sea en muchos casos suficientemente explícita.

Existe otro tipo de linóleo fabricado para revestimientos de paredes, el linóleo mural, también llamado *Lincrusta*. En el sector de revestimientos se le considera, a efectos de clasificación, como un material derivado del corcho. Su composición, estructura, acabado y textura es la misma que en el linóleo empleado para recubrimientos de suelos, pero se diferencia por tener menor espesor, menos de 2'5 mm, y porque la gama de modelos es más reducida. El linóleo mural es similar a las láminas vinílicas flexibles pero con textura más aterciopelada. Se trata de un material de importación, más difícil de conseguir que el otro tipo de linóleo, que se suministra en rollos de diferentes longitudes y anchuras. El tipo más asequible tiene de 50 a 100 cms de ancho por 10 a 12 cms de largo y con espesores de 2 a 2'5 mm. Puede encontrarse también en losetas de 25x25 cms y de 20x20 cms<sup>104</sup>.

---

<sup>104</sup> v. J. de Cusa, *Revestimientos II*. Barcelona, 1992, pp. 395 y 396.

## IV.2. OBSERVACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL LINÓLEO COMO MATRIZ GRÁFICA

Aunque en el linóleo no hay diferencias sustanciales en cuanto a su grado de dureza, sin embargo, es blando y mate al principio y, con el tiempo, se va endureciendo debido a la oxidación de la linoxina. Además, su superficie se vuelve lustrosa, especialmente cuando absorbe aceites de las tintas de estampación. Asimismo, la fricción de los rodillos del tórculo incrementa la dureza y el brillo de su superficie, confiriéndole un aspecto similar al del cuero<sup>105</sup>, y también al limpiarla con aguarrás esta impregnación de tinta diluida le va confiriendo resistencia<sup>106</sup>.

En condiciones ambientales determinadas, debido a las bajas temperaturas, se vuelve demasiado duro para ser tallado con facilidad; en estos casos puede ser colocado cerca de una fuente de calor, como una estufa, por unos pocos minutos, así se hará más receptivo a la acción del corte. El proceso se puede repetir tantas veces como haga falta, para poder realizar un trabajo cómodo de talla. Si se trata de desbastar grandes áreas nos interesará más que se mantenga caliente que cuando se pretenda tallar líneas finas. La temperatura ideal de la habitación donde se realiza el trabajo debería ser de unos 20-22°C.

El linóleo muy nuevo suele ser demasiado blando y al realizar la talla se aprecia una falta de nitidez en los bordes, lo que puede dificultar el proceso, sobre todo si se trata de un planteamiento minucioso. Se puede incrementar la dureza colocándolo en el suelo y realizando una fuerte presión a base de ir pisando su superficie, con precaución de no rayarla<sup>107</sup>. Tampoco interesa que sea un linóleo muy viejo, pues la dureza que va adquiriendo con el tiempo puede representar un problema a la hora de tallar.

---

<sup>105</sup> v. G.F. Bromer, *Relief Printmaking*. Massachusetts, 1970, pp. 33-34.

<sup>106</sup> v. A. Béguin, *op.cit.*, p. 245.

<sup>107</sup> v. G.F. Bromer, *op.cit.*, p. 34.



Su máxima ligereza la posee cuando es nuevo y está a una temperatura de 20 a 25°C. Si por algún motivo el linóleo ha sido expuesto al sol por un prolongado espacio de tiempo, se vuelve quebradizo, cuarteándose con facilidad.

Su tono natural es marrón o color caqui claro. En ocasiones el linóleo muy decolorado, más claro que el tono beige, puede ser más quebradizo<sup>108</sup>.

Algunos linóleos pueden tener una capa protectora de cera que habrá que eliminar frotando con un trapo empapado en queroseno u algún otro disolvente de la cera, como puede ser el benceno. Si la capa es muy gruesa, se puede frotar la superficie con una piedra pómez húmeda y luego se limpia con queroseno. También puede haber linóleos a los que se les da una capa de *shellac* ó laca para hacer más fácil su limpieza, esto se eliminará probando con diferentes disolventes<sup>109</sup>. Hay que añadir, sin embargo, que los citados casos no son los más comunes, pero aún así, valga la puntualización por si se diera la circunstancia.

El linóleo posee una serie de ventajas y desventajas con respecto a la madera, entre éstas la textura homogénea y monótona de la mayoría de los linóleos comerciales; entre las ventajas, la principal sería que es un material muy blando y la talla es menos dificultosa, el grafismo es más espontáneo, pudiendo efectuarse en cualquier dirección sin ofrecer resistencia alguna, con cortes profundos y limpios. Sin embargo, el linóleo suele embotar más fácilmente el filo de las herramientas de corte, debido a que uno de sus componentes es una sustancia abrasiva. Por este motivo se deberán afilar con más frecuencia, bien sea con una piedra de aceite de

---

<sup>108</sup> v. A. Béguin, op.cit., p. 243.

<sup>109</sup> v. F. Kafka, op.cit., p. 28.

Arkansas<sup>110</sup>; de igual manera, en el interior de la gubia, en este caso utilizando una piedra del mismo tipo, pero de asentar filos<sup>111</sup>.

La superficie del linóleo no es lisa sino ligeramente graneada y si la cantidad de tinta aplicada en la estampación no es la suficiente, da lugar a una impronta punteada. Para paliar este aspecto y si lo que se desea es realizar un trabajo minucioso a base de líneas muy finas, se puede obtener una excelente superficie de trabajo raspando con una cuchilla de afeitar y una pequeña cantidad de bencina, durante unos minutos. El mismo efecto se puede obtener lijando la superficie con papel de lija fino (del 500 ó 600) ya sea en húmedo o en seco<sup>112</sup>. También se puede pulimentar su superficie por medio de frotamiento con polvos de piedra pómez y agua para dejarla totalmente lisa y sin granos<sup>113</sup>.

Con la finalidad de poder crear áreas texturales, el linóleo puede ser mordentado de forma similar al aguafuerte utilizando sosa cáustica, pues actúa atacando el contenido oleoso del linóleo, que es el aglutinante del mismo. Su efecto provoca una superficie granulada, en mayor o menor grado según el tiempo en que se deje actuar<sup>114</sup>.

Dado que el linóleo es un material blando, se le puede inferir determinadas texturas a su superficie con la presión del tórculo, bien sea para crear áreas texturales, con el empleo de papeles de lija de diferentes grosores, o también con la impresión de determinados objetos.

Una de las ventajas con respecto a los materiales rígidos, no sólo la madera sino también los plásticos, es que se le puede dar cualquier forma

---

<sup>110</sup> v. J. Ross, C. Romano, *The complete Printmaker*. N.Y., 1971, p. 58.

<sup>111</sup> Existe la posibilidad de utilizar afiladoras eléctricas, que facilitan el arduo trabajo del afilado.

<sup>112</sup> v. J. Heller, *Printmaking today*. N.Y. 1972, p. 156.

<sup>113</sup> v. T. Work, *Crear y realizar grabados*. Barcelona, 1985, p. 70.

<sup>114</sup> v. M. Rothenstein, *Frontiers of Printmaking*. Studio Vista. London, 1972, p. 127.

v. W Chamberlain, *Grabado en madera*. Blume. Madrid, 1988, pp. 72-73.

por medio de una cuchilla y tijeras, sin tener que recurrir a la sierra, por lo que constituye una gran ventaja en determinados procedimientos de estampación en color, como el del método de *puzzle*.

Puede emplearse con facilidad en la impresión tipográfica. Para ello y para alcanzar la altura tipográfica (23 mm), se deberá montar sobre una madera. El linóleo se corta unos milímetros más grande que el taco de madera y se encola aplicando sobre la superficie de la madera pegamento tipo *neoprén* o cola de contacto, dejándola actuar por espacio de tres o cuatro minutos y se colocan las dos superficies perfectamente unidas, ejerciendo presión. Se coloca un peso y se deja por espacio de veinticuatro horas, transcurridos los cuales se cortan a ras del taco los bordes excedentes<sup>115</sup>.

El linóleo es más duro y homogéneo que otros materiales derivados de la madera, como los tableros de fibras, ya que posee en su composición resinas. En cuanto a los suelos de PVC flexible o suelos vinílicos, las características entre ambos materiales son muy similares, sobre todo en la facilidad de talla, aunque en los suelos de PVC flexible la nitidez de las tallas es mayor debido fundamentalmente a su homogeneidad, por lo que se presta mejor que el linóleo a los trabajos de talla muy minuciosos.

Respecto al linóleo mural, decir que no tiene desgaste apreciable al roce, pues no se trata de una lámina con su anverso preparado sino que es una masa totalmente uniforme, tanto en color como en estabilidad. Como características a destacar en este producto son: textura de acabado liso, es un producto termógeno, invariable ante la acción del frío o el calor ambientales, refractario al fuego e impermeable. El tipo *Lincrusta* posee un acabado externo con varios dibujos grabados que le dan semejanza a ciertos tipos de revocados rústicos y de fantasía en algunos modelos, mientras que en otros recuerdan al grano de tejidos de fibras vegetales.

---

<sup>115</sup> v. F. Kafka, *op.cit.*, pp. 29-30.

Por último, destacar que la tirada de un linóleo bien tallado y manipulado con precaución durante el proceso de estampación, puede dar lugar a grandes tiradas de hasta 2.500 estampas<sup>116</sup>, sin que merme la nitidez de las tallas.

---

<sup>116</sup> v. J. Heller, *op.cit.*, p. 155.



## V. PLÁSTICOS

Plásticos (del griego *plastikos*: molde o forma) o resinas naturales como el ámbar, el betún, la cera y la caseína, ya se conocían desde la antigüedad. Se sabe que los romanos utilizaban la caseína para fijar pigmentos en los papiros<sup>117</sup>. Sin embargo no se desarrollaron industrialmente hasta el siglo XIX.

Son compuestos orgánicos sintéticos cuyo elemento principal es un aglutinante, resinoso o derivado de la celulosa, que en alguna de sus fases de elaboración adquiere plasticidad, es decir, pueden ser moldeados o deformados mediante calor y presión para adquirir una forma determinada, distinta a la que tenían originalmente<sup>118</sup>. Se les llaman también *resinas sintéticas*, por su semejanza en estructura y propiedades con las resinas naturales<sup>119</sup>.

---

<sup>117</sup> v. F. Arredondo, *Estudio de materiales*. Madrid, 1961, p. 76.

<sup>118</sup> Para los fines de este trabajo se estudiarán los que puedan trabajarse mecánicamente y cuyo suministro comercial sea en forma de laminado.

<sup>119</sup> La designación de sintético hace referencia a materiales que se desarrollan por modificación de otros naturales, ya sean de origen vegetal, animal o fósil, dando lugar a una amplia gama clasificada según su naturaleza química y métodos de fabricación. Desde el primer tercio del siglo actual la química orgánica ha experimentado un importante avance y la tecnología ha producido una serie de nuevos materiales plásticos obtenidos por diferentes reacciones químicas, que han dado lugar a un gran número de resinas sintéticas. Por esta razón, dado que se trata de productos obtenidos por síntesis en laboratorios, se denominan *resinas sintéticas*. Este término sería más correcto que la denominación de plástico, pues la plasticidad es una cualidad transitoria, que coincide con algunas de las etapas de la fabricación industrial. A pesar de todo, este término sigue prevaleciendo.

v. J. de Cusa, 1995, op.cit., pp. 399 y 400.

Se trata de materias muy distintas entre sí, en cuanto a su composición, propiedades, aspecto..., y consecuentemente con un amplio campo de aplicaciones industriales. Una de las razones principales de su aparición fue la necesidad de reemplazar materiales naturales, cuyas existencias iban siendo escasas. Así, los plásticos de nitrocelulosa sustituyeron al marfil, la caseína reemplazó al asta, las resinas fenólicas a la laca y el cloruro de polivinilo lo hizo al caucho y a los materiales textiles<sup>120</sup>.

Durante el siglo XIX tuvieron lugar muchos de los descubrimientos en torno a la química de los plásticos, algunos de ellos totalmente accidentales, a menudo como resultado de las impurezas de los materiales que actuaban como catalizadores o iniciadores de los procesos de polimerización. Los trabajos experimentales se llevaron a cabo mezclando breas y resinas, pero no resultaban utilizables debido a que el procedimiento químico no era el correcto, ni tampoco las técnicas de manipulación. Por esta razón, durante bastante tiempo no se les prestó demasiada atención como materiales industrializables.

Se puede afirmar que la industria de los plásticos sintéticos da comienzo con las investigaciones de Bracannot en Francia (1833) y de Schönbein en Suiza (1845), con sus descubrimientos sobre la preparación del *nitrate de celulosa*<sup>121</sup>.

Las primeras resinas de poliéster se prepararon por Gay-Lussac en 1833 y por Bezelius en 1847. Constituyen una familia bastante diferenciada y compleja de resinas sintéticas que se obtienen de una gran variedad de materias primas de partida.

La vulcanización del caucho, provocada por el calentamiento del caucho con sulfuro, representó el primer material plástico obtenido, la

---

<sup>120</sup> v. H. Barrón, *Plásticos modernos*. Barcelona, 1952, pp. 21-22.

<sup>121</sup> v. H.R. Simonds. *Tratado general de plásticos*. Barcelona, 1949, p. 3.

*ebonita* o *vulcanita*, resultado de una modificación química de una materia natural<sup>122</sup>. Su patente la registró el americano Nelson Goodyear en 1851.

En 1859 Bayer obtuvo, mediante una mezcla de fenol y formaldehído, una sustancia traslúcida, de aspecto resinoso<sup>123</sup>, en lugar de un producto cristalino, que era lo que se pretendía para ser comercializado. Otros muchos investigadores siguieron trabajando con estos compuestos pero sin encontrar la fórmula adecuada.

Alexander Parkes realizando investigaciones con el nitrato de celulosa obtuvo un nuevo material que podía ser utilizado en estado sólido, plástico o fluido, que era rígido, opaco, flexible, resistente al agua y coloreable. A este material, que era un tipo de celuloide, se le llamó *Parkesine*, y fue patentado en 1861. Se puede considerar como una de las materias plásticas primigenias que han dado lugar a una gran familia de polímeros.

John Wesley Hyatt, a partir de 1863, se dedicó a realizar investigaciones para conseguir un material capaz de sustituir al marfil, hasta que en 1869 con un compuesto a partir de nitrato de celulosa inventó el *celuloide*, patentado en 1872 con ese nombre y que tuvo una enorme repercusión en los años siguientes, tanto es así que ese término se empleaba para indicar, en general, las materias plásticas a base de celulosa.

Años más tarde, y debido a la elevada inflamabilidad del celuloide, se favoreció la introducción de un “celuloide no inflamable”, el acetato de celulosa. Sintetizado en 1903 por Eichengrün y Becker, adquirió difusión después de la II Guerra Mundial, sustituyendo al nitrato de celulosa.

---

<sup>122</sup> v. N.H. Tennent, “An Introduction to Polimer Chemistry Relevant to Plastic Collections”, en Modern Organic Materials Meeting. Scottish Society for Conservation & Restauration, Edimburgo, 1988, p. 3.

<sup>123</sup> v. F. Arredondo, 1961, op.cit., p. 75.



Hasta 1900, los únicos materiales plásticos disponibles eran *celuloide*, *ebonita*, *shellac* y *gutapercha*<sup>124</sup>. En los primeros años del siglo se fueron añadiendo los plásticos de caseína, resultado de la reacción de la proteína de la leche con formaldehído, con los nombres comerciales de *Galalita* y *Erinoid*.

El primer método sintético para hacer estireno lo descubrió Berthelot en 1869, basado en etilbenceno, siendo hoy todavía el método más empleado. El primer impulso comercial lo dio Mattheus, en 1911, patentando el poliestireno y con la idea de utilizarlo para fabricar artículos en sustitución del celuloide, la madera o el cristal. Se difundió en los años treinta y hoy en día es uno de los plásticos más utilizados.

En 1880 Kahlbaum consiguió el polímero transparente de metilacrilato. Poco después, en 1883, Weger obtuvo los ésteres metilo, etilo y propilo de ácido nítrico.

El empleo actual de las resinas acrílicas se basa en los trabajos de Röhm, que en 1901 consiguió la obtención de polímeros sólidos y transparentes del ácido acrílico y de sus derivados<sup>125</sup>. Su comercialización no se extendió hasta los años treinta, bajo la marca *Plexiglás*, marca que se convirtió en el nombre genérico del polimetacrilato de metilo y que en muchos casos se aplicaba a cualquier plástico que fuera transparente.

Leo Hendrik Baekeland sentó las bases para la industria de los plásticos en 1909, patentando el primer plástico termoestable: la resina de fenol y formaldehído de Bayer mezclada con serrín y moldeada mediante calor y presión. Usó un catalizador alcalino en proporción a una quinta parte de la cantidad de fenol empleado e hizo posible la fabricación industrial y el empleo comercial de las resinas fenólicas.

---

<sup>124</sup> La *gutapercha* es una goma vegetal extraída mediante incisión en los troncos de ciertas variedades de árboles de Indonesia y las Indias Orientales, descubierta en 1608 por el inglés Tradescant, servía de aislante en la corrosión ácida y de álcalis.

<sup>125</sup> v. H Barrón, 1952, op.cit., p. 607.

Baekeland puso de manifiesto la importancia de los catalizadores y su influencia en la velocidad de la reacción y de esta manera proporcionó la técnica para convertir industrialmente los materiales plásticos. Fue el creador de la *baquelita*, plástico capaz de ser moldeado con facilidad, admitiendo cargas, plastificantes y pigmentos<sup>126</sup>.

En cuanto al aporte teórico a la ciencia de los polímeros, a comienzos de 1920 Jerman Staudinger realizó estudios teóricos sobre la estructura y propiedades de los polímeros naturales y sintéticos. Propuso, para los polímeros sintéticos del estireno y del formaldehído y para la goma natural, las fórmulas de cadenas que hoy en día son reconocidas. Atribuyó las propiedades coloidales de los altos polímeros exclusivamente al elevado peso de sus moléculas y propuso la denominación de macromoléculas, de esta forma sentó las bases para el desarrollo de la química macromolecular<sup>127</sup>.

Posteriormente, se siguió investigando en los aspectos esenciales del mecanismo de la polimerización y copolimerización, y en 1954 Ziegler y Natta del *Instituto Max Plank* dieron con los catalizadores de polimerización del etileno, a presión atmosférica y con temperaturas inferiores a los 70°C, obteniendo un tipo de polímeros altamente cristalinos entre los que estaba uno de gran importancia industrial, el *polietileno*. Obtuvo Natta otro polímero de menor densidad que el anterior y mayor temperatura de reblandecimiento, el *polipropileno*, fabricado por primera vez en 1957. Hoy en día está presente en multitud de aplicaciones por su bajo coste (electrodomésticos de línea blanca, piezas para automóviles, tuberías o en envases).

---

<sup>126</sup> v. A. Camuñas y Paredes. *Materiales de construcción* Tomo II. Madrid, 1980, p. 382.

<sup>127</sup> v. J.P. Candlin, "History of Industrial Research and Development in Polymers", en *Modern Organic Materials Meeting*, Scottish Society for Conservation & Restoration. Edimburgo, 1988, pp. 21-26.

Otro de los polímeros más importantes, el *policloruro de vinilo* (PVC), tuvo su origen en las investigaciones de E. Baumann, en 1872, estudiando el procedimiento de polimerización del cloruro de vinilo, obtenido por Henri V. Regnault en 1838, mediante la reacción de dicloroetano con una solución alcohólica de potasa cáustica.

Los elementos más importantes para la obtención de cloruro de polivinilo los consiguió más tarde Ostromislensky, al buscar la síntesis del caucho. Sus trabajos dieron a conocer las condiciones para polimerizar cloruro de vinilo y otros derivados, sentando también el método para preparar algunos cauchos sintéticos con igual composición<sup>128</sup>. Es a partir de 1928 cuando obtiene un desarrollo comercial a gran escala, con infinidad de aplicaciones, siendo en la actualidad uno de los plásticos más empleados<sup>129</sup>, junto con el poliestireno, el polipropileno y el polietileno.

El conocimiento de los mecanismos de la polimerización contribuyó en los últimos treinta años a la creación de nuevos materiales plásticos con características físicas, mecánicas y de resistencia al calor tan elevadas que han podido suplantar a materiales como los metales, los denominados tecnopolímeros o polímeros para ingeniería, entre los que está el *policarbonato*, que se considera hoy en día como el tecnopolímero con mejores prestaciones a nivel industrial. En 1927, en Estados Unidos, se produjeron los primeros copolímeros cloruro-acetato de vinilo, fabricados a escala mundial desde 1939.

Las materias plásticas ocupan hoy en día un importante lugar en los más diversos campos de la investigación y de la experimentación. Su inercia química, su naturaleza isotrópica<sup>130</sup> (amorfa), su impermeabilidad, su facultad de ser coladas en moldes y su transparencia, las hacen adaptables a

---

<sup>128</sup> v. H. Barrón, 1952, op.cit., pp. 518-520.

<sup>129</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p. 385.

<sup>130</sup> Característica de una sustancia por la cual sus propiedades físicas son idénticas independientemente de la dirección en que se consideren.

una cantidad de aplicaciones realmente inesperadas. Con la aparición de nuevos materiales, muchos de ellos derivados de los ya conocidos, desde los años cincuenta la industria de los plásticos se halla inmersa en una fase de continuo desarrollo, compitiendo no sólo entre sí, con múltiples y muy variadas posibilidades de uso, sino también con materiales tradicionales como las maderas, los metales, el vidrio, etc.

APARICIÓN DE LOS PRIMEROS PLÁSTICOS				
Investigador	Fecha	País	Ensayos	Obtención
BRACANNOT	1833	Francia	Nitrato de celulosa	
SCHÖENBEIN	1845	Suiza	“ “ “	
H.V. REGNAULT	1838	Francia	Dicloroetano + solución alcohólica de potasa cáustica	Policloruro de vinilo
- A. PARKES - D. SPILL	1855-1865	Inglaterra	Nitrato de celulosa y alcanfor	Parkesine
J. WESLEY HYATT	1868	EE.UU.	“ “ “	Celuloide
- MERRICK - GARDNER	1868	“ “	Goma laca	Goma laca
BAYER	1872	Alemania	Fenol + aldehído	“Cuerpos resinosos”
A. SPITELLER	1890	“ “	Caseína + formaldehído	Galalita
- C. F. CROSS - E. T. BEVAN	1892	EE.UU.	Celulosa + hidróxido sódico	Celofán
O. RÖHM	1902	Alemania	Ésteres acrílicos + etóxido de sodio	Acrilatos (Ej.: Plexiglás)
- EICHENGRÜN - BECKER	1903	“ “	Algodón + anhídrido acético	Acetato de celulosa
E. HEMMING	1909	Inglaterra	Betún	“Moldeado en frío”
L.H. BAEKELAND	1909	EE.UU.	Fenol + formaldehído	Baquelita

Tabla 9

## V.1. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

La composición química, la forma, el tamaño y la disposición de las macromoléculas determinan las propiedades del plástico<sup>131</sup>. Al considerar estas estructuras, hay que especificar que todos ellos están formados por grandes moléculas, constituidas por unidades químicas simples de los elementos carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno unidas entre sí y llamadas *monómeros*. Estos son susceptibles de reaccionar consigo mismo repetidas veces, bajo la acción del calor y en presencia de un catalizador, dando lugar a una gran molécula llamada *polímero*, que son grandes moléculas que pueden contener varios miles de esas unidades elementales.

Unas veces las moléculas formadas tendrán un desarrollo lineal, que es la forma de polímero más sencilla; otras veces se ramificarán; y un tercer tipo será el constituido por moléculas lineales conectadas entre sí, creando una gran molécula de estructura muy compleja. Estas grandes moléculas se pueden formar por: polimerización aditiva, copolimerización y condensación. La *polimerización aditiva* es la combinación de una sustancia consigo misma, por ejemplo el etileno se convierte en polietileno. La *copolimerización* es la combinación de dos sustancias diferentes, ejemplo el cloruro y el acetato de vinilo. Y la *condensación* consiste en la reacción de dos sustancias con la liberación de otro elemento que suele ser agua, formándose una molécula de gran tamaño<sup>132</sup>.

Mediante toda esta composición química y tras el proceso de obtención se puede conseguir cualquier propiedad que se desee. Por ello los plásticos sintéticos superan en posibilidades de aplicación a los

---

<sup>131</sup> Los plásticos se denominan industrialmente por su composición química, pero en la práctica se les suele llamar con los nombres comerciales, por ejemplo, *plexiglás*, *arraglás*, *metacrilato*, etc.

<sup>132</sup> v. F. Arredondo, 1961, op.cit. p. 76.

productos naturales. Se diferencian de otros materiales por su elevada elasticidad, poca densidad, resistencia a la corrosión y estabilidad frente a sustancias químicas, hongos e insectos dañinos, sus propiedades aislantes de la electricidad, la poca conductibilidad del calor y sus buenas propiedades mecánicas<sup>133</sup>.

COMPARACIÓN ENTRE LOS PLÁSTICOS Y OTROS MATERIALES		
Peso específico	Resistencia a la tracción Kg./cm cuadrado	Módulo de elasticidad Kg./cm cuadrado
Plomo..... 11,34	Plomo..... 189	Plomo.....
Cobre..... 8,89	Cobre..... 3.290	0,175x10 <sup>6</sup>
Zinc..... 7,14	Zinc..... 1.125	Cobre..... 1,12x10 <sup>6</sup>
Aluminio..... 2,70	Aluminio..... 1.540	Zinc.....
Cristal..... 2,60	Cristal..... 665	0,84x10 <sup>6</sup>
Plástico fenólico... 1,38	Plástico fenólico..... 525	Aluminio..... 0,70x10 <sup>6</sup>
Acetocelulosa..... 1,32	Acetocelulosa..... 469	Cristal..... 0,63x10 <sup>6</sup>
Caucho endurecido 1,30	Caucho endurecido..... 490	Plástico fenólico..... 0,87x10 <sup>5</sup>
Acetobutirato de	Acetobutirato de	Acetocelulosa..... 0,189x10 <sup>5</sup>
celulosa..... 1,28	celulosa..... 350	Caucho endurecido... 0,21x10 <sup>5</sup>
Metilmetacrilato... 1,18	Metilmetacrilato..... 350	Acetobutirato de
Nilón..... 1,14	Nilón..... 3.500	celulosa.....
Poliestireno..... 1,06	Poliestireno..... 490	0,189x10 <sup>5</sup>
Chapa de madera.. 0,68	Chapa de madera..... 672	Metilmetacrilato..... 0,35x10 <sup>5</sup>
Madera..... 0,63	Madera..... 1.120	Nilón..... 0,315x10 <sup>5</sup>
		Poliestireno..... 0,315x10 <sup>5</sup>
		Chapa de madera..... 1,40x10 <sup>5</sup>
		Madera..... 1,26x10 <sup>5</sup>

Tabla 10 <sup>134</sup>

<sup>133</sup> v. W. Nutsch, 1992, op.cit., p. 81.

<sup>134</sup> Se puede apreciar en la tabla que todos los plásticos son de una mitad a un octavo del peso de otros materiales; todos tienen una resistencia a la tracción casi igual a la del cristal; la mayor parte tienen mayor elasticidad que los metales ligeros; la proporción entre la resistencia a la tracción con su peso específico es muy elevada.

v. A. J. Lockrey, *Plásticos de artesanía*. Gustavo Gili, Barcelona, 1952, p. 15.

### V.1.1. Naturaleza y composición

Para la obtención de los plásticos se parte de materias primas tales como la madera (cuyo producto intermedio es la celulosa), la hulla, el alquitrán, el gas natural y el petróleo. Casi todos los plásticos contienen como elemento principal el carbono (aparte del hidrógeno, oxígeno y nitrógeno) y por ello se cuentan entre los productos orgánicos, aunque hay algunos plásticos en los que el componente fundamental puede ser otro como, por ejemplo, el silicio (siliconas).

El ingrediente esencial de un plástico es el *aglutinante*, una resina natural o artificial. Las resinas naturales son sustancias que han pasado del estado fluido al sólido, transparente o traslúcido, y cuya dureza dependerá de la edad y condiciones de fosilización. Las resinas artificiales son obtenidas por condensación o polimerización. Hay resinas cuyas cualidades de flexibilidad y de resistencia al choque o a las bajas temperaturas son escasas y tienen que ser mezcladas con *aditivos*, sustancias que les proporcionan estas propiedades. Los aditivos se agrupan en función de su utilidad y así hablamos de plastificantes, estabilizantes, lubricantes, etc, y en función de ellos se fabricarán los diferentes plásticos<sup>135</sup>.

Los aditivos se clasifican según su función y por la incidencia que tienen en la mejora de ciertas propiedades de los plásticos, como las mecánicas, para las que se usan *plastificantes* y *cargas* reforzantes y mejorantes de la tenacidad, o como las propiedades ópticas, en las que se usan *pigmentos*, *colorantes* y *agentes de nucleación* y también por la

---

<sup>135</sup> La denominación polímero, plástico y resina se emplean indiscriminadamente para referirse a un mismo producto, pero lo más correcto sería denominar *polímero* al producto obtenido en la polimerización y *plástico* ó *resina* al polímero más todos los aditivos que se le añaden, es decir, que sería esta última la denominación más apropiada para referirse al plástico que elabora la industria.

v. L. Avendaño, *Iniciación a los plásticos*. Centro Español de Plásticos, Barcelona, 1992, p. 29.



incidencia en otro tipo de aspectos, como los que incorporan un agente de expansión o *espumante*. Otros ingredientes de los plásticos son los *lubricantes*: aceites, grasas y jabones. Por citar algunos de ellos diremos que los plastificantes se usan para determinados polímeros cuya estructura es muy rígida, para que adquieran cierta flexibilidad, se usan sobre todo en el policloruro de vinilo, en los ésteres de celulosa y en los poliamidas (nylon). Otros podrían ser las cargas modificadoras o cargas reforzantes, que se le añaden para conferirle unas características muy concretas, como pueden ser para mejorar su rigidez y resistencia a la flexión, para lo que se añaden fibras de vidrio, fibras textiles, carbonato cálcico, etc. Y por último, citaremos a los colorantes, que se le añaden a los plásticos para determinados fines industriales y que muchas veces van ligados a productos opacificantes, para conseguir un color opaco, dado que los plásticos suelen ser transparentes<sup>136</sup>.

Las primeras materias empleadas en la fabricación industrial de los plásticos eran exclusivamente el alquitrán de hulla y la celulosa. Posteriormente se añadieron otros muchos como la sal, el azufre, el agua, el aire, el petróleo e incluso productos agrícolas de todo tipo: soja, cascarilla de algodón, trigo, etc<sup>137</sup>. Por otra parte, y para evitar el agrietamiento de algunos plásticos, se utilizan sustancias tales como el serrín, la tierra de diatomeas, el carbonato cálcico y el sulfato bórico.

---

<sup>136</sup> La función prevista para un aditivo está ligada al porcentaje en el que se añade, que debe ser muy preciso. Hay aditivos indispensables sin los que el polímero no puede ser moldeado, y hay otros opcionales que son los que se añaden en razón de la aplicación prevista para el plástico. Entre los primeros serían algunos estabilizadores que se adicionan para que el polímero no se degrade durante el moldeo y entre los segundos, los optativos, estarían por ejemplo los pigmentos que se añaden para obtener una determinada coloración.

Para una mayor información sobre el tema de los aditivos se recomienda el riguroso estudio de L. Martín Vicente, "Ciencia y Tecnología de los materiales plásticos", capítulo XIV, en Revista de Plásticos Modernos, Madrid, 1993, Vol. II, pp. 199 a 216.

<sup>137</sup> v. H. Barrón, 1952, op.cit., pp. 42-47.

COMPOSICIÓN Y PROCEDENCIA DE LOS PLÁSTICOS		
Plásticos	Composición química	Procedencia
<i>Fenol-formaldehído</i>	-Fenol	-Alquitrán de hulla.
	-Formaldehído	-Gas de hulla y aire; madera.
<i>Resinas de melamina</i>	-Melamina	-Cianamida, de cal y de carbón.
	-Formaldehído	-Gas de hulla y aire; madera.
<i>Acetato de celulosa</i>	-Celulosa	-Algodón; madera; paja.
	-Ácido acético	-Hulla (vía acetileno).
	-Anhídrido acético	-Gas natural (vía acetileno).
<i>Nitrato de celulosa</i>	-Celulosa	-Algodón; madera; paja.
	-Ácido nítrico	-Aire o nitrato sódico.
<i>Polietileno</i>	Etileno	Petróleo; hulla; productos agrícolas por fermentación (alcohol); salmuera.
<i>Poliestireno</i>	Etileno	Petróleo; hulla; productos agrícolas por fermentación (alcohol); salmuera.
<i>Cloruro de polivinilo</i>	-Etileno o acetileno	-Petróleo; hulla; productos agrícolas.
	-Cloruro de hidrógeno	-Salmuera.
<i>Formal de polivinilo</i>	-Acetato de vinilo	-Acetileno; agua.
	-Formaldehído	-Gas de hulla y aire; madera.
<i>Polimetilmetacrilato</i>	-Acetona	-Productos agrícolas por fermentación.
	-Cianuro de sodio	-Hulla.
<i>Caseína</i>	-Caseína	-Leche; soja.
	-Formaldehído	-Gas de hulla y aire; madera.

Tabla 11

### V.1.2. Criterios para su clasificación

Los plásticos, tradicionalmente se han clasificado en dos grandes grupos: *termoplásticos* y *termoestables*, según su tipo de estructura molecular y comportamiento frente al calor. Éste viene determinado por el tamaño y forma de sus macromoléculas que, a bajas temperaturas, están ligadas entre sí y al aumentar el calor van adquiriendo mayor movilidad, hasta que a una determinada temperatura el movimiento es tal que las cadenas resbalan unas sobre otras como si se tratase de un líquido y el plástico funde. Al enfriar disminuirá ese movimiento y el plástico se solidificará, pudiendo fundir y solidificar tantas veces como repitamos el calentamiento y el enfriamiento.

Estas modificaciones de estado son reversibles en el caso de los termoplásticos e irreversibles en los termoestables, denominados por ello también *duroplásticos*. En los primeros sus moléculas son semejantes y pueden enlazarse unas con otras, formando estructuras lineales. En los termoestables los monómeros no sólo se unen a las moléculas de su propia cadena sino también a las de otras, formando una malla con uniones químicamente muy fuertes, lo que genera un material rígido a cualquier temperatura. Como las moléculas están muy juntas no queda espacio para la penetración de un disolvente, por lo que son insolubles<sup>138</sup>. Los termoplásticos son solubles en casi todos los disolventes. En éstos se encuentran incluidos los plásticos comerciales más importantes.

Hay un tercer tipo que son los *elastómeros*, en los que las estructuras lineales se unen, formando puentes y dando lugar a un tipo de estructura parecida a una red, pero que al calentarlo no fundirá, pues las cadenas están ligadas entre sí.

---

<sup>138</sup> v. A. Quarmby, *Materiales plásticos y arquitectura experimental*. Madrid, 1976, p. 20.

En la actualidad esta clasificación se suele rechazar, entre otras razones porque hay plásticos que gozan de las anteriores propiedades, por ejemplo la caseína, por lo que es más aconsejable recurrir a distinciones de tipo químico, según la teoría de A. Camuñas y Paredes<sup>139</sup>, en la que nos hemos basado para la realizar la tabla siguiente.

<b>Plastómeros obtenidos</b>	polimerización	monómeros naturales	<i>celulósicos</i>	Nitrato de celulosa. TP Acetato de celulosa. TP Acetobutirato de celulosa. TP	
			<i>proteínicos</i>	Etilcelulosa. TP Caseína. TE y TP	
			monómeros sintéticos	<i>vinílicos</i>	Policloruro de vinilo. TP Poliacetato de vinilo. TP
				<i>etilénicos</i>	Polietileno. TP
				<i>otros</i>	Poliestireno. TP Polimetacrilato de metilo. TP Polipropileno. TP
	condensación	<i>fenólicos</i>	Fenol-formaldehído. TE		
		<i>amínicos</i>	Urea-formaldehído. TE Melamina-formaldehído. TE		
		<i>sintéticos</i>	Poliéster. TP Poliamida. TP		
		<i>silícicos</i>	Silicona. TE y TP		
		<i>otros</i>	Epóxido. TE y TP		
<b>Elastómeros o cauchos artificiales</b>			Butadieno-estireno Policloropreno		

TP: termoplásticos.

TE: termoestables.

Tabla 12

<sup>139</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p. 382.

Todos los plásticos presentan ciertas propiedades comunes, la principal es que todos ellos son termoplásticos en determinado grado. Sólo después del proceso de calentamiento es cuando se diferencian sus propiedades; por ejemplo, las resinas de fenol-formaldehído o de urea-formaldehído se ablandan por el calor pero, continuando calentándolas, se transforman en productos de dureza cristalina y no se ablandan de nuevo. Otros se endurecen sólo al enfriarse, pero pueden ablandarse otra vez<sup>140</sup>.

Aunque no vayamos a tener en cuenta una clasificación minuciosa de todos los plásticos, ya que a la hora de su identificación y adecuación para nuestro trabajo de investigación nos interesaba más un criterio basado en la procedencia de las materias y el método de obtención, sí es importante definir estos términos.

**(a) TERMOPLÁSTICOS:** El encadenamiento de las moléculas da lugar a macromoléculas lineales, las cuales bajo el efecto de la presión y de la temperatura son susceptibles de fluir pero que, por debajo de esa temperatura, adoptan nuevamente su forma original.

Son plásticos que por acción del calor y de la presión reblandecen (“plastifican”) de forma reversible ya que, aunque al enfriarse se endurecen, si se vuelve a aplicar calor pueden ser conformados de nuevo. Estos procesos se pueden repetir indefinidamente pues, al no haber reacción durante el calentamiento, no se produce ningún cambio de efecto permanente.

A baja temperatura son rígidos y frágiles, pero se vuelven elásticos al ir aumentándola. Si continua el calentamiento, al disminuir las fuerzas de atracción entre las moléculas, la sustancia se va haciendo fácilmente moldeable.

---

<sup>140</sup> v. H. Barrón, 1952, op.cit., p. 8.

Al enfriarse se invierten los estados del proceso, que pueden repetirse cuantas veces se quiera siempre que, por exceso de calor, no se rompan las moléculas, con lo cual se produciría la descomposición química del plástico y su transformación en otro material de condiciones diferentes<sup>141</sup> (fig. 32).

La propiedad de termoplastificación ha contribuido al gran incremento de los plásticos, al poder ser empleados para la producción en gran escala. Los termoplásticos constituyen el 80% de los plásticos comercializados. A este grupo pertenecen los plásticos comerciales más empleados y que además tienen aplicaciones para el artista plástico, por ejemplo el cloruro de polivinilo (PVC) el acetato de polivinilo (PVAC), el poliestireno, el polietileno, el polimetacrilato de metilo, la poliamida, el policloruro de vinilo, derivados de la celulosa y otros<sup>142</sup>.

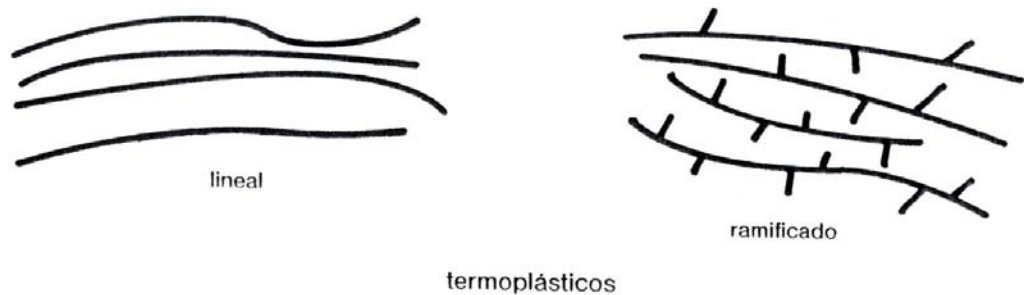


fig. 32 (fuente L. Avendaño)

<sup>141</sup> v. W. Nutsch, 1992, op.cit., p. 81.

<sup>142</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p. 383.

**(b) TERMOESTABLES:** Son plásticos que, sometidos al calor y a la presión, se endurecen y ya no pueden volver a transformarse. Una vez enfriados no se ablandan por un nuevo calentamiento, convirtiéndose en un producto sólido y estable.

Al sufrir un calentamiento se produce en ellos una reacción química llamada *polimerización*, que los transforma de líquidos fluidos a sólidos rígidos, los cuales ya no pueden reblandecerse ni ser deformados por el calor<sup>143</sup>.

Están compuestos por macromoléculas formadas mediante *policondensación* de diferentes productos. Al contrario que los termoplásticos, que están formados por moléculas filiformes, los termoestables (o termoendurecibles) forman una red estructural tridimensional<sup>144</sup>, que proporciona a su estructura macromolecular una gran rigidez y estabilidad (*fig. 33*). Esta condición reticulada les confiere una estabilidad física y sobre todo mecánica, estamos hablando de polímeros dotados de una gran rigidez.

Esta rigidez conlleva una relativa fragilidad pues, al flexionarlos, el esfuerzo se produce en un punto determinado y no se reparte como ocurre en otros materiales más flexibles. Para atenuar dicha rigidez, se incluye en su fabricación un material que reparte esos esfuerzos de flexión como son las fibras minerales o vegetales, partículas minerales, materiales compresibles (serrín), etc; de ahí que estas cargas reforzantes sean componentes habituales de los plásticos termoestables<sup>145</sup>.

---

<sup>143</sup> v. A. J. Lockrey, 1952, *op.cit.*, p. 5.

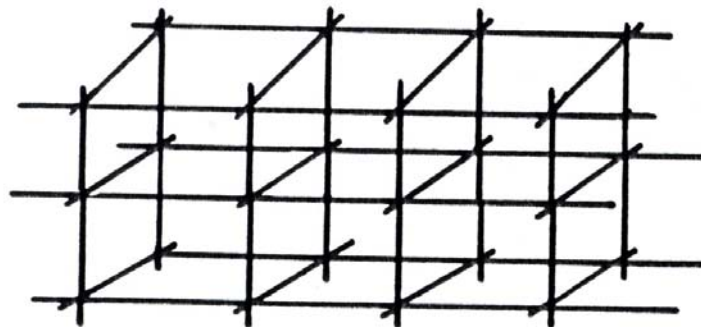
<sup>144</sup> v. W. Nutsch, 1992, *op.cit.*, pp. 84-86.

<sup>145</sup> v. L. Avendaño, 1992, *op.cit.*, pp. 97-98.

Productos previos en la formación de los termoestables son el fenol y el formaldehído, unidos mediante calor, presión o sustancias químicas llamadas endurecedores.

Los plásticos termoestables más utilizados son las resinas fenólicas, las de melamina, de poliéster, el poliuretano expandido, las de urea-formaldehído y la baquelita.

Al contrario que en los termoplásticos, que poseen gran variedad de cualidades y propiedades diferentes, los termoestables se dividen en grupos con características similares. Ambos se diferencian también por el proceso de obtención. los termoestables requieren dos etapas: el moldeado y la estabilización, por lo que se someten a alteraciones químicas durante su fabricación. Los termoplásticos no requieren la estabilización, siendo por ello mucho más fáciles de obtener.



termoestables

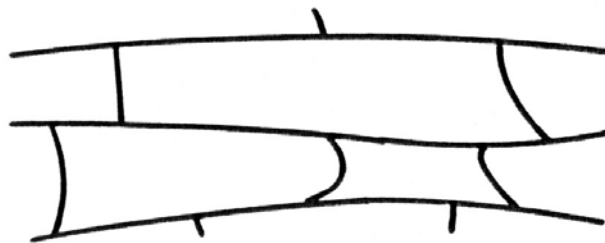
fig. 33 (fuente L. Avendaño)



(c) **ELASTÓMEROS:** Son plásticos que se caracterizan por su elasticidad. Se deforman con facilidad, pero al desaparecer la fuerza que actúa sobre ellos recuperan la forma original. Su grado de elasticidad no varía en un intervalo considerable de temperatura, al contrario que en otros plásticos elásticos.

Al igual que los termoestables, están constituidos por un reticulado espacial de macromoléculas, aunque sus mallas son más anchas. Al deformarse se distancian las mallas, pero sin perder su posición, y después de la deformación la elasticidad del reticulado hace que vuelvan a sus posiciones originales (fig. 34).

Los elastómeros con aplicaciones más importantes son los cauchos sintéticos, neopreno, poliuretano y silicona.



elastómeros (caucho)

fig. 34 (fuente L. Avendaño)

## V.2. SISTEMAS DE TRANSFORMACIÓN

En este apartado trataremos algunos de los métodos más utilizados para la elaboración de los plásticos, es decir, para la transformación de las materias primas sintéticas en materiales plásticos prefabricados. Estas materias primas generalmente adoptan la forma de una sustancia fluida pastosa o en suspensión dentro de un medio acuoso y también se presentan en forma de gránulos o polvos.

Su conocimiento nos permitirá avanzar de forma precisa en la investigación sobre la respuesta a la manipulación de cada uno de estos materiales para conseguir una matriz de grabado en relieve.

FORMAS DE OBTENCIÓN DE LOS PLÁSTICOS		
TERMOPLÁSTICOS	MÉTODO	TERMOESTABLES
PIEZAS POR COMPRESIÓN PIEZAS POR INYECCIÓN	MOLDEO	PIEZAS POR COMPRESIÓN PIEZAS POR TRANSFERENCIA
LÁMINAS REVESTIMIENTOS FILAMENTOS PELÍCULAS	EXTRUSIÓN	LAMINADOS REVESTIMIENTOS MADERA TRANSFORMADA
EXPANDIDO ADHESIVOS ESTIRADOS	ESPUMADO OTROS	ADHESIVOS

Tabla 13

En el proceso de transformación intervienen una serie de máquinas que se adaptan a los diferentes sistemas para la obtención de los plásticos. Los principales son:

a/ **Compresión** (fig. 35.I) Este sistema de compresión o presión directa es el más empleado en materiales termoestables. Consiste en potentes prensas en los que se colocan dos moldes calentados a una temperatura apropiada y a presión. El pistón del molde reproduce exactamente la forma interna del objeto moldeado, mientras que en la matriz es practicada la cavidad, teniendo en sentido negativo la forma externa de la pieza a moldear. Cuando el molde está cerrado queda un espacio vacío que ocupa el material en forma de polvo de moldeo y se produce una polimerización, procediéndose después a la abertura del molde y a la extracción de la pieza. Las temperaturas oscilan en torno a 175°C. y las presiones entre 300-450 Kg./cm<sup>2</sup>.<sup>146</sup>

Este procedimiento también se puede emplear en termoplásticos, pero enfriando el molde antes de sacar la pieza.

b/ **Extrusión** (fig. 35.II) Este proceso se puede describir como el conformado del material haciéndolo pasar por un cilindro calentado por resistencias eléctricas y un husillo girando en su interior. El material entra de forma continua por una tolva, avanzando por el cilindro en donde se irá fundiendo, y saldrá por el otro extremo que tendrá una abertura diseñada en función del objeto que se quiera fabricar<sup>147</sup>.

Es un sistema sencillo, aplicable a plásticos caseínicos, celulósicos, acrílicos, vinílicos. Se utiliza sobre todo para la fabricación de tubos, varillas, planchas, etc.

c/ **Inyección** (fig. 35.III) Consiste en un sencillo proceso en el que el producto pulverizado es introducido a través de un cilindro calentado por unas resistencias eléctricas y en el cual un pistón recoge el material que cae por una tolva y lo empuja. El material se funde y continua

---

<sup>146</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., pp. 392-393.

v. L. Avendaño, 1992, op.cit., pp. 41-42.

<sup>147</sup> v. L. Avendaño, 1992, op.cit., pp. 48-49.

avanzando, entonces se inyecta a presión en un molde hermético y frío, en donde se endurece y toma forma. El pistón retrocederá para tomar una nueva carga de material e iniciar otra vez el ciclo de moldeo (fig. 35).

Es un procedimiento bastante rápido. Difiere del sistema por prensado en el calentamiento, que se realiza por inducción, y es muy intenso e instantáneo<sup>148</sup>.

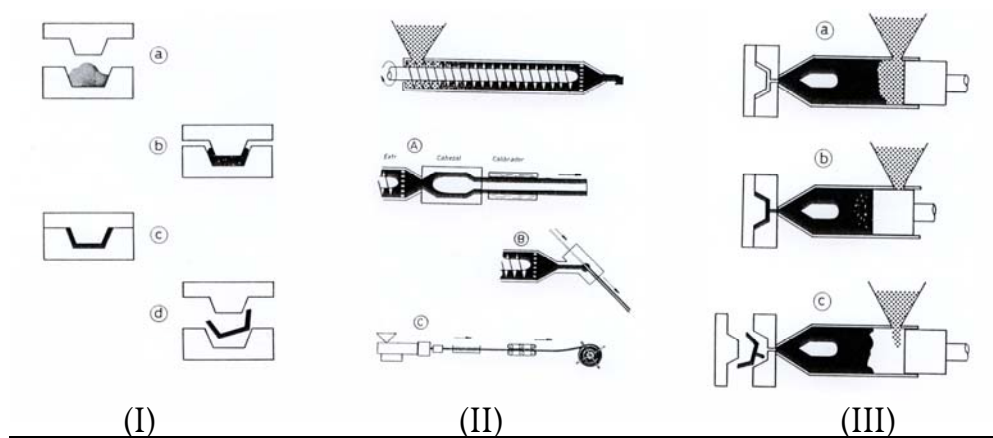


fig. 35 Esquemas del moldeo por prensado (I), extrusión (II) e inyección (III).

**d/ Laminación** También llamado *calandrado*<sup>149</sup>, consiste en un tren de laminación en el que en los dos rodillos superiores horizontales se coloca el plástico fundido. Estos rodillos giran en sentido contrario y van absorbiendo el material que irá pasando a otros cilindros, formándose una lámina continua de espesor homogéneo<sup>150</sup>.

Consta de dos fases. En la primera se impregnan hojas de papel en las resinas que van a configurar el armazón del laminado, secándose

<sup>148</sup> v. F. Arredondo, 1961, op.cit., p. 81.

v. L. Avendaño, 1992, op.cit., pp. 43-44.

<sup>149</sup> Dentro de los sistemas de obtención de láminas el más perfecto es el de la *calandria*, también erróneamente denominado calandra.

<sup>150</sup> v. F. Arredondo, 1961, op.cit., p. 60.

posteriormente en un secadero. En la segunda fase las hojas impregnadas se someten a calor y presión<sup>151</sup>.

Se usa para resinas termoestables y se utiliza para impregnación de papel, tejidos, hojas de madera, etc.

La fabricación de cloruro de polivinilo representa la mayor parte de la producción en la industria de calandrado de plásticos.

e/ ***Espumado***. Por este procedimiento se le confiere al plástico una estructura celular en la que los pequeños espacios huecos de forma esférica están llenos de aire o de otro gas, dispuestos estrechamente unos con otros o parcialmente entremezclados. Las espumas de plástico se suelen obtener en grandes instalaciones de fundición o inyección y en forma de piezas conformadas o placas de distintas dimensiones.

Casi todos los plásticos son susceptibles de ser espumados, convirtiéndose en materiales estables a la corrosión, resistentes a la acción del agua, con muy poca densidad y con gran capacidad como aislantes térmicos<sup>152</sup>.

Según el comportamiento mecánico se pueden distinguir entre espumas duras, semiduras y blandas, que vienen determinadas por los tamaños de sus celdillas, su distribución, la clase de plástico y la proporción de plastificante.

Para obtener un plástico espumado se necesita un activador, en forma líquida o en polvo, que se mezcla con el plástico. Al transformarse el activador en gas, el plástico se convierte en plástico líquido o pastoso blando en espuma. Como activadores se emplean principalmente líquidos de bajo punto de ebullición, que se evaporan al calentar la mezcla de plástico y activador.

---

<sup>151</sup> Ibídem, p. 83.

<sup>152</sup> v. W. Nutsch, op.cit., pp. 89-90.

### V.3. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS PLÁSTICOS

La mayor parte de las propiedades físicas de un polímero están en función del *peso molecular*, es decir, el número de moléculas que forman la cadena, de la estructura adoptada por las moléculas básicas y de las relaciones que se establecen en las cadenas poliméricas.

#### V.3.1. Índice de fluidez o índice de fusión

Representado por las siglas MFI, son los granos que salen en un tiempo determinado (10 min.) de un recipiente calentado exteriormente y en cuyo fondo hay un pequeño orificio calibrado. La velocidad de salida está en función de la viscosidad, es decir, del tamaño de las cadenas y se mide por gramos. Si salen muchos granos el material será muy fluido y sus cadenas serán cortas y viceversa.

Esto es válido para los polímeros termoplásticos, pues en los termoestables, al tratarse de una estructura reticulada, no hay cadenas sueltas, ni fluyen, ni funden. En los termoestables interesa conocer el grado de reticulación<sup>153</sup>.

#### V.3.2. Dureza

Es una cualidad muy importante en los plásticos para multitud de aplicaciones, tanto como la resistencia que pueden presentar al rayado. La dureza superficial en los plásticos suele ser baja, ya que se arañan con gran facilidad, defecto visible sobre todo si se trata de plásticos transparentes. Tiene un marcado efecto sobre la facilidad de

---

<sup>153</sup> v. L. Avendaño, 1992, op.cit., pp. 79-82.

mecanización de los materiales plásticos, mientras hay algunos que se mecanizan con gran facilidad en otros se hace de forma más costosa<sup>154</sup>.

Las pruebas de dureza se realizan en dos categorías: cauchos sintéticos y plásticos duros y rígidos. Para determinar el grado de dureza en ambos casos existen varios métodos, pero es el método Brinell el más utilizado<sup>155</sup>.

Podemos definir la *dureza Brinell* como la relación entre la presión ejercida sobre una esfera de acero usada para incidir sobre el material que se ha de ensayar y el área de la huella esférica producida<sup>156</sup>. Esta esfera, de 1 cm de diámetro, se comprime con una carga de 500-3000 Kg. En caso de materiales muy blandos, se emplea una esfera de 2,5 mm y una carga de 25 Kg.

#### PROPIEDADES COMPARADAS DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS

##### *DUREZA BRINELL*

	Baja	Media	Alta		Baja	Media	Alta
Ebonita		31		Resina fenólica	12,8	15,9	19
Poliestireno		25		Acetato de celulosa	8	11,5	15
Caseína		23		Nitrato de celulosa	8	9,5	11

Tabla 14

<sup>154</sup> v. F. Arredondo, 1961, op.cit., p. 84.

<sup>155</sup> v. H Barrón, 1952, op.cit., p. 800.

<sup>156</sup> v. H.R. Simonds, 1949, op.cit., p. 51.

**V.3.3. Peso específico**

Se define como la relación entre el peso de la pieza moldeada y el peso de un volumen igual de agua.

El peso específico o densidad de los plásticos es bajo, oscilando entre 1 y 1,8 Kg./dm<sup>3</sup>, es alrededor de la mitad del metal más ligero y de un sexto del acero. Esto supone una gran ventaja y ha sido un factor decisivo en el desarrollo de algunos plásticos.

**PROPIEDADES COMPARADAS DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS**

***PESO ESPECÍFICO***

	Baja	Media	Alta		Baja	Media	Alta
Polietileno		0,92		Caseína		1,35	
Poliestireno		1,05		Ebonita	1,12	1,46	1,80
Resina fenólica		1,32		Nitrato de celulosa	1,35	1,47	1,60
Acetato de celulosa	1,27	1,32	1,37	Melamina		1,49	
Resinas vinílicas		1,35					

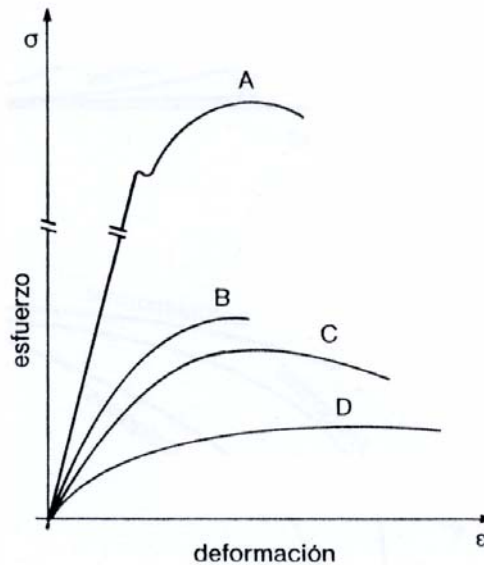
Tabla 15

**V.3.4. Resistencia a la deformación**

Al someter una probeta metálica a un esfuerzo se deformará en proporción al esfuerzo que se le aplica, de tal forma que podemos representar este comportamiento en un gráfico lineal y establecer relaciones matemáticas simples entre *esfuerzo* y *deformación* (Ley de



Hooke). Cuando llegemos a un límite superior a la propia cohesión del material aparecerá una fluencia, tal como vemos en la *fig. 36* en la que se representa comparativamente las curvas de un metal, el acero (A), y varios tipos de plásticos: rígido (B), semirrígido (C) y blando (D).



*fig. 36*

Cuando la probeta es de un material plástico, al aplicar el esfuerzo se produce una deformación elástica al igual que en los metales, pero también una deformación por desplazamiento de las cadenas y al representarla en un gráfico da lugar a una curva. El mantener un esfuerzo de deformación supone en un plástico un progresivo desplazamiento entre las cadenas, por lo que la deformación para un mismo esfuerzo irá aumentando a medida que transcurra el *tiempo* que dure ese esfuerzo y la tensión será menor cuanto mayor sea el tiempo que dure ésta.

La movilidad entre las cadenas será mayor al aumentar la *temperatura*, por lo que la deformación aumentará con la temperatura para un mismo esfuerzo y un mismo tiempo. Esta dependencia está relacionada con la estructura del polímero. Los termoestables, al tener su

estructura reticulada, acusan poco la temperatura, sin embargo los termoplásticos ramificados si se ven muy influenciados y los termoplásticos lineales en menor grado<sup>157</sup>.

De lo anterior se puede sacar como consecuencia que el comportamiento mecánico de un plástico no puede definirse por un valor como en otros materiales, sino por unas curvas que relacionen esfuerzo/tiempo/temperatura. (fig. 37)

Las curvas de comportamiento para diferentes esfuerzos (tracción, flexión, etc) en función del tiempo y de la temperatura serán específicas para cada tipo comercial de plástico.

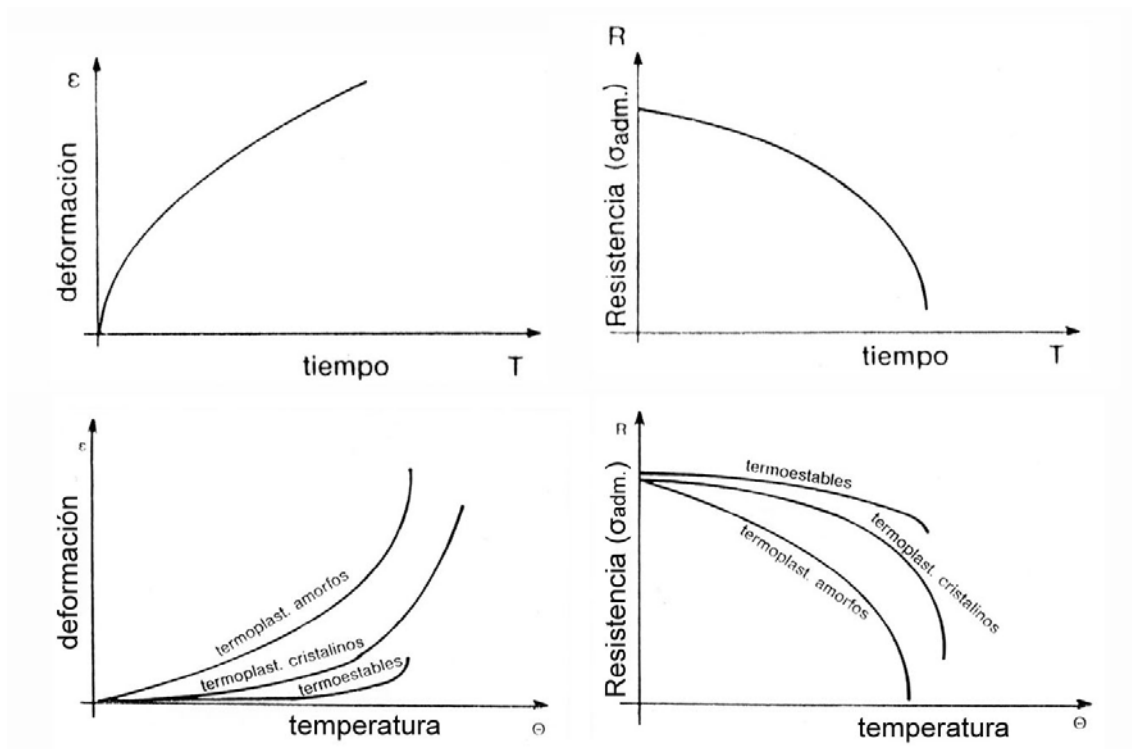


fig. 37 (fuente L. Avendaño)

<sup>157</sup> v. F. Arredondo, 1961, op.cit, pp. 85-86.

### V.3.5. Resistencia a la tracción

Es la fuerza aplicada (expresada en Kg.) necesaria para romper una muestra dada, dividida por el área de la sección recta por  $\text{cm}^2$ .

En los plásticos, la resistencia a la tracción es bastante menor que a la compresión y suele oscilar entre 350 y 550  $\text{Kg./cm}^2$ .<sup>158</sup>

El sistema de moldeo tiene una gran influencia en la resistencia a la tracción, así como la temperatura y la humedad. A título orientativo especificamos la relativa a los plásticos más comunes en la siguiente tabla.

#### PROPIEDADES COMPARADAS DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS

##### *RESISTENCIA A LA TRACCIÓN*

	Baja	Media	Alta		Baja	Media	Alta
Caseína		700		Nitrato de celulosa		460	
Melamina		530		Poliestireno		460	
Resinas vinílicas		530		Resina fenólica	210	420	630
Ebonita	280	490	700	Polietileno	100	130	170
Acetato de celulosa	370	460	570				

Tabla 16

<sup>158</sup> *Ibíd.*, p. 85.

**V.3.6. Resistencia a la compresión**

Es la carga de aplastamiento, en kilogramos, en el momento de ceder la pieza, dividida por el número de centímetros cuadrados de superficie resistente. Las cifras dadas pueden variar de 500 a 2.500 Kg./cm<sup>2</sup>.

La temperatura es un factor de incidencia en esta propiedad como en casi todas de tal forma que al elevarse, la resistencia disminuye.

**PROPIEDADES COMPARADAS DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS**

***RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN***

	Baja	Media	Alta		Baja	Media	Alta
Caseína	1900	2810	3730	Acetato de celulosa	1400	1640	1900
Melamina		2100		Resina fenólica	630	1190	1760
Nitrato de celulosa		1760		Ebonita	560	700	840
				Resina vinílica		630	

Tabla 17

**V.3.7. Resistencia al impacto**

La resistencia al choque o al impacto es una cualidad que ha sido objeto de numerosos estudios debido a su importancia, puesto que los objetos de plástico están frecuentemente expuestos a choques.

Hay una serie de plásticos que presentan una excepcional resistencia al impacto, por ejemplo los de poliéster reforzados con fibra de vidrio, con resistencias de hasta 5,5 kilográmetros.

Podemos definir la resistencia al impacto como la energía mecánica absorbida por una probeta durante la fractura producida por un golpe dado por un martillo pendular<sup>159</sup>.

### PROPIEDADES COMPARADAS DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS

#### *RESISTENCIA AL IMPACTO*

	Baja	Media	Alta		Baja	Media	Alta
Nitrato de celulosa	0,552	0,690	0,828	Resina fenólica		0,048	
Acetato de celulosa	0,110	0,220	0,345	Poliestireno		0,048	
Caseína		0,138		Melamina		0,036	
Ebonita		0,069					

Tabla 18

#### V.3.8. Comportamiento térmico

El comportamiento de los plásticos bajo los efectos del calor, su punto de *reblandecimiento*, puede representar una ventaja en el procedimiento de moldeo, pero también puede constituir un inconveniente para su utilización. Esta característica se refiere tanto a los coeficientes de expansión y contracción de las piezas al moldearlas y a su posterior enfriado, como a la influencia en su conductividad térmica por el calor aplicado en su fabricación<sup>160</sup>.

Al aumentar la temperatura de los plásticos se produce una disminución de las resistencias mecánicas y eléctricas, aumenta la solubilidad de ataque por ácidos y álcalis. Al disminuir la temperatura por

<sup>159</sup> v. H.R. Simonds, 1949, op.cit., p. 52.

<sup>160</sup> v. H. Barrón, 1952, op.cit., p. 794.

debajo de la ambiental, aumenta la rigidez de los plásticos y disminuye la flexibilidad.

La conductividad térmica de los plásticos es baja; comparada con metales como el acero puede ser del orden de una centésima parte. La dilatación por aumento de temperatura y la contracción por enfriamiento es de 2 a 10 veces la del acero<sup>161</sup>.

**PROPIEDADES COMPARADAS DE LOS MATERIALES PLÁSTICOS**

***DILATACIÓN TÉRMICA***

	Baja	Media	Alta		Baja	Media	Alta
Caseína	4,1	4,4	4,8	Nitrato de celulosa	9	12,5	16
Resinas vinílicas		6,9		Acetato de celulosa	14	15	16
Poliestireno		7	8	Polietileno		18	

Tabla 19

El hecho de que los plásticos tengan un punto de reblandecimiento bajo es una ventaja para poder moldearlos. Este punto no está bien definido, es más bien una zona de temperaturas. Existe una temperatura máxima a la que debe utilizarse un material plástico que se llama *temperatura de seguridad*. Si tenemos un material plástico sometido a un esfuerzo mecánico y vamos aumentando la temperatura, puede llegar a hacerse inservible si llega a una temperatura inferior a la de reblandecimiento.

Los materiales plásticos no se pueden trabajar a temperaturas tan elevadas como los termoestables. Estos últimos, no experimentan una

<sup>161</sup> v. F. Arredondo, 1961, op.cit., pp. 87-88.

marcada fluidez con un aumento de calor, en tanto que los termoplásticos empiezan a ser fluidos al elevar la temperatura<sup>162</sup>.

Al aumentar la temperatura de los plásticos se produce una disminución de las resistencias mecánicas, se aumenta la solubilidad por disolventes y la facilidad de ataque por ácidos y álcalis. Al disminuir la temperatura por debajo de la temperatura ambiente los plásticos se vuelven más rígidos y pierden flexibilidad.

La dilatación térmica o coeficiente de dilatación, es el aumento de longitud por unidad de longitud y por grado centígrado de aumento de temperatura.

---

<sup>162</sup> v. H. Barrón, 1952, op.cit., p. 794.

#### V.4. RESISTENCIA QUÍMICA DE LOS PLÁSTICOS: DISOLVENTES Y PLASTIFICANTES.

Resistencia y dureza son características inherentes a las moléculas de larga cadena típicas de las materias plásticas. Mediante el uso de disolventes y plastificantes estas cadenas pierden resistencia y se separan, ablandando el material. Esta plastificación química puede ser de carácter permanente en el caso de los plastificantes o temporal en el caso de los disolventes.

En los disolventes, la *volatilidad* es una de las características de mayor interés para su aplicación industrial, ya que los resultados finales dependerán de la velocidad y forma con que el disolvente se separe de la mezcla. Por contra, en relación con su volatilidad está su *inflamabilidad*, común a todos ellos, aunque algunos necesitan ser previamente calentados hasta alcanzar el punto de inflamación<sup>163</sup>.

A los plastificantes se les describe como disolventes no volátiles, siendo sus características esenciales su elevado punto de ebullición y su reducida volatilidad, factores fundamentales, pues al evaporarse el plástico vuelve a su condición de quebradizo<sup>164</sup>. Tienen la propiedad de modificar las constantes físicas de los polímeros a los que se añaden, pero su eficacia varía según la afinidad entre plastificantes y polímeros, no existiendo unas reglas establecidas para su selección. Una vez incorporados a la estructura molecular, los plásticos tienen una resistencia considerable frente a los productos químicos, incluso a los más agresivos, como el ácido sulfúrico o la sosa cáustica. Son estables en contacto con el agua e insolubles en él.

Por otra parte, el ataque de los plásticos por ácidos y álcalis es lento y dependerá de factores tales como la temperatura y la concentración. Cuando están en contacto con el agua y debido a la cloración de ésta,

---

<sup>163</sup> L. Blas, *Disolventes y plastificantes*. Ed. Aguilar. Madrid, 1950, pp. 40-41.

<sup>164</sup> H. Barrón, 1952, *op.cit.*, pp. 573-574.



aparece un efecto oxidante que puede afectar a largo plazo a determinados plásticos.

**RESISTENCIA QUÍMICA DE LOS PLÁSTICOS**

	Ⓡ RESISTENTE	Ⓢ RESISTENTE	Ⓢ RESISTENTE	Ⓢ RESISTENTE	Ⓢ RESISTENTE	Ⓢ RESISTENTE	Ⓢ RESISTENTE	Ⓢ RESISTENTE	Ⓢ RESISTENTE
	HDPE	LDPE	MF	PC	PF	PMMA	PS	PVC	UP
ácidos débiles	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ
ácidos fuertes	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ
ácidos oxidantes	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ
álcalis débiles	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ
álcalis fuertes	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ
sales (soluciones)	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ
halógenos	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ
hidrocarb. alifáticos	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ
hidrocarb. clorados	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ
alcoholes	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ
ésteres	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ
cetonas	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ
éteres	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ
aldehídos	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ
aminas	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ
ácidos orgánicos	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ
hidroc. aromáticos	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ
petróleo y derivados	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ
aceites minerales	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ
grasas y aceites	Ⓡ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ	Ⓡ
hidrocarburos insaturados clorados	Ⓢ	Ⓢ	Ⓡ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ	Ⓢ

HDPE: Polietileno de alta densidad    LDPE: Polietileno de baja densidad    MF: Melamina-formaldehído  
 PC: Policarbonato    PF: Fenol-formaldehído    PMMA: Polimetacrilato de metilo  
 PS: Poliestireno    PVC: PVC rígido    UP: Poliéster.

Tabla 20

## V.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS

Aunque tradicionalmente los plásticos se han clasificado según su tipo de estructura molecular y comportamiento frente al calor, de acuerdo con los criterios de clasificación del apartado V.1.2, se puede asimismo realizar una división basada en las materias de las que proceden y el método de obtención. Dentro de la gran variedad de materiales plásticos, nos ha parecido en principio más aplicable a nuestra investigación una división de este tipo y hemos seleccionado aquellos que por sus características mejor se adaptan para servir como matriz para las técnicas de grabado en relieve sustractivas<sup>165</sup>.

En cuanto a su procedencia y formación los materiales plásticos pueden identificarse dentro de cuatro grupos:

*plásticos naturales, plásticos naturales transformados químicamente, plásticos derivados de productos naturales* (condensación) y *resinas sintéticas* (polimerización)<sup>166</sup>.

Si bien la mayor parte de los plásticos se encuentran entre las resinas sintéticas, hay otros materiales que no pueden incluirse en ellas, tales como los plásticos de celulosa, de caseína, de goma laca y de betún. Pasamos a continuación a detallar cada uno de ellos, ateniéndonos únicamente a los plásticos que pueden ser susceptibles de ser utilizados como matriz gráfica en el grabado en relieve sustractivo y, por ende, para esta experimentación.

---

<sup>165</sup> Para un mayor análisis sobre las características mínimas que debe cumplir cada material plástico según el tipo de aplicación, se pueden consultar las normas UNE en *Diccionario Tecnológico de los Plásticos*, editado por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid, 1993. Aunque exceden del planteamiento de este trabajo, pueden ser una referencia a la hora de comprobar la reología del material durante el procesado de la matriz: talla, entintado, estampación, etc.

<sup>166</sup> v. F. Arredondo, 1961, op.cit., p. 77.

### V.5.1. Plásticos naturales

#### CAUCHO

Desde el punto de vista químico está formado, al igual que los plásticos sintéticos, por un encadenamiento de moléculas sencillas, formando agrupaciones de largas cadenas lineales. A diferencia de los plásticos sintéticos, las cadenas moleculares del caucho poseen una estructura ligeramente entrecruzada, con puentes transversales, lo cual facilita una gran variedad de configuraciones al estar sometidos a una tensión, recuperando la forma original al cesar ésta. Todo esto le confiere una gran elasticidad, propiedad esencial para sus aplicaciones.

Se encuentra en gran número de especies vegetales y de ellas se obtiene, mediante coagulación, el *látex*, que es una emulsión natural cuyo contenido en caucho oscila entre el 10 y el 50%. Una vez extraído y laminado se le somete a una serie de procesos, añadiéndole *vulcanizantes* para conferirle elasticidad. El tratamiento de la vulcanización, que suele ser con una solución de azufre, le confiere la propiedad de ser tan elástico en frío como en caliente y le transforma en un material insoluble en todos los disolventes. La cantidad de azufre añadido está entre el 0,2% y el 4%. Si el azufre añadido es un 25-32% se obtiene la *ebonita*, que es un material más frágil, aunque con una notable resistencia a los productos químicos, una cierta dureza y rigidez, así como un punto de reblandecimiento en torno a 60° C.

Productos que sustituyen hoy en día al caucho natural son los *cauchos sintéticos*, con similar estructura y propiedades, aunque mejorados industrialmente, hasta el punto de desplazarlos comercialmente (*véanse en el apartado V.5.4*).

### V.5.2. Plásticos naturales transformados químicamente

#### CASEÍNA

Aunque aún no se ha determinado por completo su estructura química y muchas de sus reacciones, podemos decir que se trata de un producto macromolecular complejo, compuesto de carbono, hidrógeno, oxígeno y fósforo<sup>167</sup>.

Es un plástico proteínico, obtenido de una sustancia orgánica: el suero de la leche desnatada, sometido a la acción de una enzima o cuajo, que por centrifugación da lugar a la separación de una sustancia termoplástica, que es la caseína. Tratada con formaldehído se vuelve termoestable y al mismo tiempo se evita un defecto común en ella que es la putrefacción, obteniéndose un producto llamado *galalita*, con un aspecto similar al del celuloide, el marfil o el cuerno artificial.

La cuajada de la leche se ha empleado como adhesivo y medio para pinturas al agua desde la antigüedad, con probada eficacia en cuanto a permanencia, pero sólo en épocas relativamente recientes se ha podido disponer del producto controlado, que conocemos hoy en día. Las caseínas comerciales se producen por medio de tres procesos diferentes y los productos resultantes se denominan: caseína autoagriada, caseína ácida y caseína de pintura<sup>168</sup>.

El material comercial más corriente es la caseína ácida, obtenida mediante la adición de ácido clorhídrico a la leche completamente desnatada, ya que no debe poseer ningún vestigio de grasa, sobre todo si su uso es como aglutinante de pinturas o como adhesivo.

<sup>167</sup> v. F. Arredondo, 1961, op.cit., p. 78.

<sup>168</sup> v. R. Mayer, *Materiales y técnicas del arte*. Madrid, 1985, p. 351.

Se comercializa en forma de polvo de color blanco amarillento, entre translúcido y opaco, higroscópico, capaz de adquirir brillo, con malas cualidades de moldeo, pero que posee buenas propiedades mecánicas y como aislante. Plastifica a los 85°C<sup>169</sup>.

Con la exposición al aire amarillea, se altera su fuerza aglutinante y pierde solubilidad. Cuando se mezcla con agua, no se disuelve, sino que forma un sedimento. No es soluble tampoco en alcohol, glicerina ni en la mayoría de disolventes. Al añadir álcalis al agua se convierte en una solución coloidal. Los álcalis utilizados son, en las pinturas comerciales, sosa o cal y en las artísticas, los compuestos de amonio, agua amoniacal y carbonato amónico, ya que no dejan residuo alcalino<sup>170</sup>.

Debido a la acción del aire la caseína se deteriora, pues se va secando, por lo que interesa mantenerla en recipientes herméticos, aunque su duración no va más allá de los seis meses. Si se emplea como aglutinante para pinturas puede ser una caseína menos reciente, incluso de varios años.

La utilización de este material en el trabajo que nos ocupa ha sido en forma de creación de soporte matriz. La caseína puede ser manipulada (serrada, grabada, estampada) pero su deterioro durante el tiempo que ha sido utilizada ha sido muy evidente respecto al resto de materiales analizados, siendo rechazada para su evaluación como matriz.

---

<sup>169</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p. 385.

<sup>170</sup> v. R. Mayer, 1985, op.cit., p. 351.

## NITRATO DE CELULOSA

Es la base de los más antiguos materiales plásticos (Hyatt, 1868). Se obtiene haciendo reaccionar celulosa de la hilaza de algodón con ácido nítrico, en presencia de ácido sulfúrico, que actúa como catalizador. Es conocido como *celuloide*, término empleado comúnmente para los plásticos de nitrato de celulosa<sup>171</sup>.

Entre sus propiedades destaca la tenacidad, la resistencia a la tracción y al desgaste, resistencia al choque, moldeabilidad, inflamabilidad (160°C), alterabilidad por la luz solar<sup>172</sup>. A temperatura ordinaria es bastante elástico y se hace moldeable a partir de 80°C; en frío conserva perfectamente sus dimensiones.

El celuloide es muy resistente a la humedad. Resiste ácidos y álcalis diluidos, pero es atacable por los ácidos y álcalis fuertes. No le afectan los disolventes hidrocarbonados, los hidratos de carbono clorados, los aceites minerales y vegetales<sup>173</sup>.

---

<sup>171</sup> Los plásticos derivados de la *celulosa* forman el grupo más antiguo e importante en la industria. Son el tipo representativo de los materiales termoplásticos. El algodón es sometido a un meticuloso tratamiento para convertirlo en celulosa. El producto final de la celulosa de algodón se presenta en forma de hojas secas, parecidas al papel secante.

No son resinas sintéticas, son materiales sintéticos en cuanto la materia de origen ha sido modificada por procedimientos químicos. La compleja estructura molecular de los plásticos no ha sido producida químicamente en la celulosa, tiene por sí sola tal estructura molecular que es la que da las notables propiedades físicas a los productos derivados de la celulosa. En este aspecto, es parecida a la larga estructura molecular del caucho, otra materia de larga cadena molecular. Cada una de las moléculas en forma de cadena se entrelazan entre ellas proporcionando a la celulosa resistencia mecánica, tenacidad, estabilidad y la facultad de formar películas y fibras. No obstante, todos los derivados de la celulosa se reblandecen fácilmente y tienen que ser modificados para hacerlos aprovechables, añadiéndoles *plastificantes*.

v. H. Barron, 1952, op.cit., pp. 354-357.

<sup>172</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p. 382.

<sup>173</sup> v. H. Barrón, 1952, op.cit., p. 377.

## ACETATO DE CELULOSA

Se obtiene tratando hilaza de algodón con ácido acético y anhídrido acético, en presencia del catalizador usado en el nitrato de celulosa, el ácido sulfúrico. Es el más importante de los plásticos de celulosa.

Entre sus propiedades destacaremos su gran tenacidad y resistencia al choque. Es transparente, translúcido y opaco, ligeramente higroscópico y posee gran resistencia al choque. Transmite la luz ultravioleta y se descompone sometido a exposición prolongada a la luz solar. Se moldea fácilmente y su característica más sobresaliente es la flexibilidad y elasticidad, pudiendo ser cortados, pegados en frío y en caliente, etc.

Su resistencia a los ácidos, álcalis y agua es débil, siendo marcada su solubilidad. Resiste algunos disolventes como aguarrás, alcohol y éter. Se deforma entre los 100-200° C. Es termoplástico, reblandeciéndose a los 240-300° C.

### V.5.3. Plásticos derivados de productos naturales<sup>174</sup>

#### RESINAS FENÓLICAS

Se conocen también por el nombre de resinas de fenol-formaldehído, resinas de fenol-formol (PF) o fenoplastos, ya que las materias primas básicas son el formaldehído y los compuestos del grupo fenólico, como el fenol, el cresol, el xilenol o el resorcinol<sup>175</sup>, que se hacen reaccionar mediante policondensación y adicionando un catalizador (ácido sulfúrico)<sup>176</sup>.

Al mezclar el fenol y el formol en determinadas condiciones se convierten en una resina dura que no funden con el calor, presentando dos importantes características: antes de endurecer se le puede dar forma en un molde y constituye una sustancia con gran poder de aislante eléctrico, de ahí su gran utilización en el sector electrotécnico.

Fue la primera resina sintética fabricada, patentada en el año 1909 por Baekeland. Debido a su descubridor, a estas resinas se les conoce vulgarmente con el nombre de *baquelita*. Estos compuestos tuvieron multitud de aplicaciones industriales hasta los años cincuenta, siendo posteriormente desplazadas por otros materiales.

La baquelita es el material de este grupo que utilizaremos en la investigación. Como propiedades destacaremos: es termoestable, posee una excelente resistencia mecánica y gran dureza, soporta la acción de los ácidos débiles, de las sales, la humedad, el vapor de agua, los aceites y las grasas, es capaz de soportar elevadas temperaturas, es resistente al alcohol, al tetracloruro de carbono, a los hidrocarburos aromáticos y al

<sup>174</sup> En este apartado están los plásticos derivados de productos tales como la Hulla, el lignito, el petróleo, etc.

v. F. Arredondo, 1961, op.cit., p. 78.

<sup>175</sup> v. H. Barrón, 1952, op.cit., p. 123.

<sup>176</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p. 389.



petróleo<sup>177</sup>. Es un material de color marrón y relativamente frágil debido a su rigidez extrema, aspecto que se solventó en su fabricación, añadiendo cargas como serrín, fibras de celulosa, minerales molidos, mica, etc. Es muy empleado para laminados, creando materiales con una superficie muy lisa y de aspecto brillante, de gran dureza, resistencia mecánica y rigidez. Para aumentar su resistencia mecánica se les añade materiales de refuerzo, por ejemplo fibras de vidrio. Para aumentar la resistencia al impacto se les añade filamentos y recortes textiles<sup>178</sup>. Otro material de refuerzo son los papeles Kraft, que son muy fuertes y producen laminados de alta resistencia mecánica.

Las resinas fenólicas se usan también para laminados decorativos, aunque no para las capas exteriores sino para la impregnación del papel base debido a la coloración oscura que poseen. La parte exterior se realiza por impregnación con resina de melamina-formaldehído.

---

<sup>177</sup> v. RESOPAL, *Catálogo de productos*, Madrid.  
v. L. Avendaño, 1992, op.cit., pp. 98-99.

<sup>178</sup> v. González Ramos, J. "Resinas fenólicas", en *Ciencia y tecnología de los materiales plásticos*. Revista de Plásticos Modernos, Vol. II, Madrid, 1993, p. 125.

## RESINAS DE MELAMINA-FORMOL

Son tan antiguas como la baquelita, pero sólo han adquirido importancia comercial después de 1939. Proceden del calentamiento del carburo de calcio, cuya mezcla, calentada de nuevo con amoníaco a presión, produce la melamina; disolviendo ésta en formaldehído se obtiene finalmente la resina<sup>179</sup>. Son termoestables, resistentes a los ácidos y bases diluidas y estables a la luz. Debido a su gran resistencia al calor y dureza, las resinas de melamina se han usado sobre todo en la industria de la laminación, para fabricación de laminados translúcidos y opacos<sup>180</sup>.

Estas resinas aventajan a las fenólicas por su mejor resistencia a la tracción y su mayor dureza, así como por la posibilidad de ser coloreadas, lo que les ha hecho un material idóneo para laminados decorativos. Guardan bastantes similitudes con las resinas de urea-formaldehído, tanto desde el punto de vista de su obtención como de sus propiedades y aplicaciones aunque, en general, las resinas de melamina superan en propiedades a las de urea, poseen mayor dureza, resistencia al rayado y al calor. Las de urea se utilizan sobre todo dentro del campo de los adhesivos, para la fabricación de aglomerados de madera, y las de melamina para la fabricación de tableros de madera prensada y para laminados decorativos. Los productos comerciales más difundidos son las marcas *Formica*<sup>181</sup> (que se estudiará en este trabajo) y *Raylite*.

Los laminados estratificados de alta presión *Formica*, están constituidos por varias capas de papeles Kraft impregnados con resinas sintéticas termoestables, con la siguiente distribución<sup>182</sup>:

---

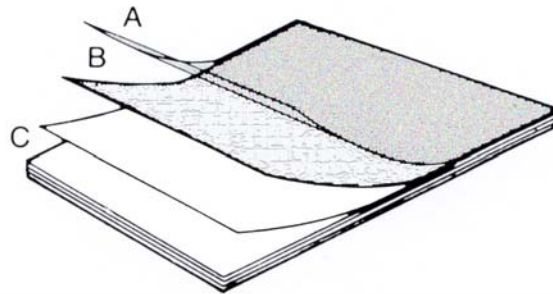
<sup>179</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p 390

<sup>180</sup> v. H.R. Simonds, 1949, op.cit., p. 169..

<sup>181</sup> *Formica* es una marca fundada en Estados Unidos en 1913, pensada como sustitutivo de la mica, mineral con extraordinarias propiedades como aislante. Además de esta propiedad, este nuevo material aporta otras ventajas para campos tales como la arquitectura y la decoración.

<sup>182</sup> v. *Manual de utilización práctica*. Formica Española, S.A.

- a/ Una capa protectora, formada por una hoja de papel transparente de alfa celulosa, impregnada en resina de melamina-formaldehído, que le confiere resistencia al impacto, al rayado y a la abrasión.
- b/ Una capa decorativa, formada por una hoja de papel estampado impregnado en resina de melamina-formaldehído, altamente resistente a la acción de la luz.
- c/ El núcleo, compuesto por varias hojas de papel Kraft impregnadas en resinas fenólicas, que imparten al conjunto cuerpo y flexibilidad (fig. 38).



---

fig. 38

Partiendo de esta base, se realizan numerosas variantes en cuanto a su aspecto, acabado, color, formato e igualmente se fabrican laminados sin estampar, en cuyo caso, se elimina la primera capa (a).

El material ya impregnado, después de secado se apila y se somete a una presión elevada (70 a 100 Kg./cm<sup>2</sup>) y a altas temperaturas (140° a 160°C), formándose una lámina homogénea en la que la primera del conjunto es la que le presta al mismo su aspecto de acabado decorativo. Al prensar esta serie de hojas de papel, su volumen queda reducido al mínimo y el resultado es una lámina única de resina termoestable incluyendo el papel.

Como características físicas de este material laminado tenemos las siguientes: dureza y resistencia al desgaste, al rayado, al choque, al calor

(hasta 180°C) a los productos químicos<sup>183</sup>. En este último punto señalaremos que no se ve afectado por el ácido acético, la acetona, el amoníaco, el alcohol, el benceno, la sosa cáustica (en soluciones inferiores al 10%), el petróleo y el tolueno. Se verá afectado si no se elimina en 10-15 minutos por: la sosa cáustica (en soluciones mayores al 10%), el cloruro férrico, el ácido nítrico (menos del 10%) y el ácido sulfúrico (menos del 10%), entre otros. Sí se ve afectado de forma irreparable por concentraciones mayores del 10% de los ácidos nítrico, sulfúrico, fosfórico y clorhídrico. Por contra, la mayor parte de los disolventes orgánicos no tienen efecto sobre la superficie de los laminados.

Esta lámina va encolada a determinados soportes, los cuales deberán reunir las siguientes condiciones: estabilidad dimensional, planitud, regularidad de su espesor, cohesión interna, rigidez, resistencia a la tracción y al plano del tablero. La madera maciza no es apropiada en razón de la influencia a los cambios ambientales (humedad y temperatura) que afectan a su estabilidad dimensional. El contrachapado sí se puede usar como soporte aunque tiene el riesgo de alabearse. Los tableros de partículas son los más comúnmente empleados y, en concreto, los tableros multicapas, caracterizados por su gradual transición en la estructura de las partículas (finas en la superficie y gruesas en el núcleo). Los tableros de fibras de densidad media (DM) presentan buenas propiedades superficiales, por lo que son también apropiados. Estos son los soportes más empleados, aunque también se utilizan otros, como los metales y soportes minerales.

---

<sup>183</sup> v. L. Ibáñez Camellín, *Manual técnico de aplicación*. Formica, Galdácano (Vizcaya), 1977, p.6.

#### V.5.4. Resinas sintéticas

### POLICLORURO DE VINILO

El Policloruro de vinilo, también llamado Cloruro de polivinilo<sup>184</sup>, casi siempre designado por sus siglas: PVC, es una resina vinílica, que se obtiene prensando a temperatura ambiente una mezcla de acetileno y ácido clorhídrico, en presencia de cloruro de mercurio ( $\text{Cl}_2\text{Hg}$ ) como catalizador y con polimerización posterior por calentamiento, dando sustancias de propiedades muy variadas, desde plásticos del tipo caucho hasta sólidos duros.

Es un material rígido, incoloro y transparente, que se puede teñir o colorear, químicamente inerte y no tóxico, cuya estabilidad a la luz y al calor es pequeña. Es un polímero de naturaleza amorfa, cuyas propiedades dependen totalmente de los aditivos que se le añaden. Admite infinidad de ellos: plastificantes, elastificantes, cargas..., y en razón de la naturaleza y proporción de estas sustancias, da lugar a materiales muy diversos. Podemos encontrarlo como un material transparente o totalmente opaco, compacto o espumado, frágil o tenaz, mate o brillante. Se le puede dar cualquier grado de dureza, y según la proporción de este plastificante, que puede llegar hasta el 50%, se pueden obtener dos variedades: PVC rígido y PVC blando o plastificado<sup>185</sup>.

El PVC rígido posee buenas propiedades físicas. Es, a temperatura normal, resistente frente a los ácidos, álcalis, sales, y a disolventes como el alcohol, gasolina y aceites. Algunos disolventes como los hidrocarburos aromáticos y clorados, ésteres y cetonas pueden atacarlo y es poco resistente al calor. Se puede tallar, fresar, pulir, aserrar y soldar. Por su

---

<sup>184</sup> v. L. Avendaño, 1992, op.cit., p. 105.

<sup>185</sup> Existe otra variedad, el PVC semirrígido, al que erróneamente solemos confundir y denominar acetato, pero se pueden distinguir a primera vista porque la textura del verdadero acetato es más uniforme y el PVC forma una especie de aguas.

estabilidad y resistencia es el plástico más usado en la construcción. Otra de sus propiedades es su larga duración.

El PVC blando, según su contenido de plastificante, permanece elástico como la goma hasta los  $-20^{\circ}\text{C}$ , pero sólo se mantiene firme hasta una temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$ . No es tan resistente a los productos químicos como el PVC duro y lo disuelven casi todos los disolventes. Las láminas de PVC blando son muy resistentes a la abrasión pero se van resquebrajando al desaparecer el plastificante y se rayan con facilidad. Se corta, pega y suelda bien, y es bastante empleado en forma de lámina para recubrimiento de superficies<sup>186</sup>.

Los polivinilos ofrecen una gran versatilidad de usos, pues son a un tiempo duros y blandos, rígidos y flexibles, y poseen cualidades como la ligereza, el aislamiento, la transparencia, la translucidez. Tiene múltiples aplicaciones, tanto laminados como en piezas rígidas o flexibles<sup>187</sup>.

En este trabajo utilizaremos la variedad de PVC espumado, por sus excelentes cualidades de aplicación para el grabado. El espumado se produce por adición de bicarbonato sódico cuando el plástico está líquido, pastoso o fundido. Al liberarse dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) durante el calentamiento de la resina queda el gas retenido en su masa durante su solidificación y da lugar a un plástico poroso de baja densidad. con una estructura celular excepcionalmente fina y homogénea, albergada entre dos capas exteriores de PVC rígido. Es un material muy ligero, rígido y tenaz, fácil de manipular y resistente a los agentes químicos (aunque con precaución con los disolventes orgánicos y con la acetona). Debido a que es un material bastante blando, hace que sea sensible a la presión, por lo que no deberá aplicarse una presión exagerada para evitar que se

---

<sup>186</sup> v. W Nutsch, 1992, *op.cit.*, p. 82.

<sup>187</sup> v. D. Banett, *Artes con plásticos*. Edit. Leda, Barcelona, 1976. p. 10.

comprima. Marcas comerciales existentes son: *Trovicel*, *Trovidur*, *Komacel*, *Komapor*, *Vekaplan*, *Forex*.

Otra variedad sobre la que trabajaremos es el PVC blando, también llamado de forma no excesivamente precisa PVC flexible<sup>188</sup> y en el que se incluye una gran diversidad de materiales. Por esta razón, vamos a optar por denominarlos genéricamente *revestimientos vinílicos*, que englobarán: PVC *homogéneos monocapa*, PVC *heterogéneos*, PVC *flexibles* y PVC *semiflexibles*.

Son materiales que se presentan en forma de losetas o también en rollo, con la finalidad de servir como recubrimiento para suelos. Sus características fundamentales son ausencia de porosidad, superficies totalmente lisas, mates, flexibles, pero al mismo tiempo muy resistentes a la presión, propiedades que los convierten en materiales sumamente interesantes para el grabado en relieve.

Utilizaremos varias marcas comerciales, tales como: *Sintasol*, *Somplan*, *Deliplan*, *Dalflex*, *Century*<sup>189</sup>, buscando una gran variedad de posibilidades que ofrezcan respuestas diferentes.

---

<sup>188</sup> El nombre de PVC flexible o PVC semirrígido se suele aplicar también a las láminas flexibles transparentes de espesor inferior a 1 mm. y comercializadas como *Glaspac*, material que erróneamente se le suele llamar "acetato". Por otra parte, entenderemos por flexible el material que, al levantar un extremo de la lámina doblándola hacia arriba y soltarla, vuelve a su posición inicial. Si fuera rígido al hacer la anterior operación se rompería.

<sup>189</sup> v. Apéndice 2: descripción de revestimientos vinílicos.

## POLIÉSTER

La reacción de policondensación de un anhídrido insaturado y un dialcohol da lugar a un poliéster insaturado<sup>190</sup>. No se deben confundir estos productos con los poliésteres saturados, que son termoplásticos, mientras que los insaturados son termoestables.

Las láminas de poliéster saturado son transparentes e incoloras, con un alto rendimiento al impacto. Pueden ser fresadas, aserradas, estampadas, punzonadas y cizalladas -teniendo en cuenta su espesor- con mínimo riesgo de fisuras o roturas. Se comercializa con el nombre de la marca *AXXIS*: *PC* y *VIVAK* (hemos experimentado en este último).

Las resinas de poliéster insaturadas son líquidas, transparentes, más o menos viscosas, de color amarillo, que endurecen con el añadido de catalizadores. Presentan gran resistencia mecánica aunque por su elevada rigidez son frágiles, problema que se solventa con el añadido de cargas reforzantes, siendo la más habitual la fibra de vidrio, por lo que se suele denominar normalmente a este plástico como poliéster con fibra de vidrio y cuyo nombre comercial es *Glasbord*. Otras cargas utilizadas son las fibras de boro o de carbono.

Los poliésteres con refuerzo de fibras presentan excelentes propiedades mecánicas, con alta resistencia al impacto, buena estabilidad dimensional, así como resistencia química y a las altas temperaturas.

---

<sup>190</sup> v. L. Avendaño, 1992, op.cit., pp. 100-101.



## POLIESTIRENO

Se obtiene por polimerización del estireno, mediante deshidrogenación, vaporización y posterior condensación, con o sin catalizadores, según las variedades<sup>191</sup>.

Sus cualidades son: ser transparente como el vidrio, duro, frágil, resistente al calor (hasta 70°C), excelentes características eléctricas, y buenas propiedades mecánicas, aunque es un plástico de gran fragilidad, derivada en parte de su rigidez. Es muy sensible a los disolventes, exceptuando dos tipos: los alcoholes y los hidrocarburos alifáticos<sup>192</sup>. Debe evitarse la exposición prolongada del material a ácidos oxidantes fuertes, álcalis fuertes muy concentrados y en caliente y sobre todo, a disolventes clorados (tetracloruro de carbono, cloroformo, cloruro de metileno) y disolventes aromáticos<sup>193</sup>.

Se trabaja con bastante facilidad y se puede cortar, pegar, troquelar, soldar y pulir. Mezclado con activadores apropiados, se puede espumar, obteniéndose el poliestireno expandido, llamado *Estiropor* o *Porexpan*, empleado como aislante del calor y en embalajes. Las piezas de espuma estructural de poliestireno son más sensibles a los disolventes que el poliestireno macizo. También se utiliza para la fabricación de caucho sintético<sup>194</sup>. El nombre comercial más utilizado de poliestireno rígido es *Arraglás*. Es un material muy quebradizo debido a su rigidez, sensible al calor y a los disolventes (no obstante, puede impermeabilizarse dando una capa de goma laca a ambas caras).

---

<sup>191</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit. p. 388.

<sup>192</sup> v. K. Stoeckhert, *Tratamiento de las superficies de plástico*, Gustavo Gili, Barcelona, 1977. pp. 143-144.

<sup>193</sup> v. J. San Román/E.L. Madruga, "Plásticos derivados del estireno", en *Revista de plásticos modernos*, 1993, op.cit., p. 25.

<sup>194</sup> v. W. Nutsch, 1992, op.cit., p. 82.

## POLIETILENO

Se obtiene por polimerización directa del etileno procedente de la deshidratación del alcohol etílico (etanol) mediante compresión a mil atmósferas y temperatura de 200°C<sup>195</sup>, dando lugar a un polvillo blanco de aspecto ceroso, con una extraordinaria resistencia química y dieléctrica y con una gran flexibilidad.

Las principales diferencias en la estructura del polímero dependen del método de polimerización empleado, formando dos tipos de polietileno que son los llamados *polietileno de baja densidad* y *polietileno de alta densidad*. Estos dos, independientemente de sus diferencias estructurales, se basan en una cadena parafínica (etileno), por lo que su resistencia química es elevada respecto a la mayoría de los disolventes y a los ácidos diluidos. Esta naturaleza parafínica hace que sean un material apolar, es decir, antiadherente frente a adhesivos, tintas, barnices, etc, e impermeables a los líquidos.

El polietileno de baja densidad es blando, transparente, no conserva su consistencia a más de 70-80°C, de estructura ramificada, amorfo y flexible. El polietileno de alta densidad es rígido, opaco, blanco, similar a la parafina, se puede rayar y cortar fácilmente. Se funde a una temperatura superior a 115°C<sup>196</sup>. Es conocido comercialmente en España con el nombre de *Politeno*<sup>197</sup>.

---

<sup>195</sup> v. A Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p. 387.

<sup>196</sup> v. L. Avendaño, 1992, op.cit. pp. 107-109.  
v. J.Mª Gómez Fatou, "Polímeros de adición. Polietileno y Copolímeros", en Revista de plásticos modernos, 1993, op.cit., pp. 9-15.

<sup>197</sup> v. RESOPAL, *Catálogo de productos*, op.cit.

## POLIMETACRILATO DE METILO

Es un polímero del éster metílico del ácido metacrílico. Se obtiene mediante la reacción entre la acetona y el ácido cianhídrico, con adición de ácido sulfúrico y alcohol metílico<sup>198</sup>.

Entre sus propiedades podemos destacar que es un termoplástico de gran resistencia y dureza, con buenas propiedades mecánicas, insensible a la luz y muy resistente a los golpes. Tiene una claridad excepcional, mayor que la del cristal, con un 92% de transmisión de luz y con buenas características ópticas. Comparado con el vidrio es menos frágil (entre 10 y 20 veces más resistente al impacto), aproximadamente la mitad de pesado, aunque más sensible al rayado. Resiste todos los productos químicos corrientes: agua, alcoholes (excepto los alcoholes alifáticos, que pueden causar fisuras), glicerina, aceites y grasas, pero le atacan casi todos los disolventes: ésteres, hidrocarburos, acetona, cloroformo y ácidos fuertes. A la temperatura de 130°C se puede moldear fácilmente y mantiene su forma hasta los 90°C<sup>199</sup>.

Se emplea sobre todo en láminas de diversos espesores, como vidrio artificial, en óptica, etc. Se comercializa en planchas de 2 a 20 mm. de espesor y sus nombres comerciales más frecuentes son: *Perpex* (en Reino Unido), *Lucite* (en EE.UU.), *Plexiglás* y *Metacrilato* (en España).

Las resinas acrílicas forman un grupo de materiales muy variados y con un empleo industrial muy extenso. Se suministran en numerosas formas, desde los materiales rígidos y duros (empleados en sustituir al cristal), hasta los flexibles y elásticos, sustitutivos del caucho.

---

<sup>198</sup> v. A. Camuñas y Paredes, 1980, op.cit., p. 388.

<sup>199</sup> v. RESOPAL, *Catálogo de productos*, op.cit.

## POLIPROPILENO

Se obtiene por polimerización estereoespecífica del propileno (isotáctico, sindiotáctico o atáctico, siendo este último el de más interés comercial)<sup>200</sup>; constituye una resina sintética con bastantes similitudes con el polietileno de alta densidad, pero lo mejora en cuanto a cualidades mecánicas, ya que admite cargas reforzantes (fibra de vidrio, talco, amianto, etc), no tiene el tacto ceroso, posee menor densidad (0'9 g/cm<sup>3</sup>, la menor de entre los plásticos conocidos) y mayor temperatura de reblandecimiento (hasta 135°C).

Su dureza superficial es mayor que en el polietileno de alta densidad, con superior tenacidad y resistencia a la abrasión. Además, resiste muy bien la acción de los disolventes, los alcoholes, las cetonas, los aceites y las grasas.

Se puede encontrar comercialmente en forma de laminados o en film, en fibras para fabricación de cordeles, cepillos, redes, tejidos, así como en tuberías, envases, o piezas moldeadas para multitud de usos específicos en la industria ya que, además de las anteriores ventajas, posee un bajo precio.

Utilizaremos para los fines de esta investigación las láminas comercializadas bajo el nombre de *Plakene*, material que puede encontrarse en varios colores opacos, con un espesor de 0'8 mm y un tamaño de 105x75 cms. Posee una superficie ligeramente granulosa en ambas caras, aunque más acentuada en una de ellas.

---

<sup>200</sup> v. A. Bello, "Polipropileno", en Revista de plásticos modernos, 1993, op.cit., pp. 17-18.

## GOMAS SINTÉTICAS

**GOMA NEOPRENO.** Resultado de la polimerización del cloropreno (derivado del acetileno y del cloro), constituye un excelente derivado del caucho natural. Al igual que éste, es sometida a procesos de vulcanización por adición de azufre, añadiéndole pigmentos, productos de relleno y compuestos orgánicos, que le conferirán distintas propiedades según el producto que se manufacture (se le añade, por ejemplo, negro de humo para aumentar la tenacidad y resistencia al rozamiento y a la temperatura).

Sus propiedades mecánicas son semejantes a las del caucho natural, en cuanto a su resistencia a la tracción y al desgaste por rozamiento. Son más resistentes a los productos químicos, aunque la particularidad que la distingue de otros elastómeros es su ininflamabilidad, es decir, que si se la pone en contacto con una llama arde, pero al apartarla de la misma, la combustión se extingue en vez de propagarse, como ocurre con otras gomas<sup>201</sup>.

**GOMA PIRELLI.** Es un sucedáneo del caucho, preparado a partir de la gelatina. Se obtiene mediante una solución de gelatina en agua durante 12 horas y fundiéndola con glicerina, mediante calentamiento al “baño maría” a 65° C. Obtenida la solución, se le agrega bicromato potásico y se vierte en moldes, donde se solidifica. La proporción de los componentes puede ser variable según la mayor o menor elasticidad que se requiera del producto<sup>202</sup>.

---

<sup>201</sup> v. R. Ferrer, *Fabricación, moldeo y trabajo de las materias plásticas*. Síntesis. Barcelona, 1951, pp. 140-141.

<sup>202</sup> v. H. Wolf. *op.cit.*, p. 127.

## V.6. OBSERVACIONES PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS PLÁSTICOS COMO MATRÍZ GRÁFICA

Hemos visto que los plásticos son materiales muy versátiles y con grandes posibilidades de uso como matriz gráfica, ya que pueden emplearse indistintamente en las técnicas de grabado en hueco y en las de grabado en relieve y, dentro de éstas últimas, tanto para procedimientos sustractivos como para aditivos. Los plásticos laminados se han empleado fundamentalmente en las técnicas de grabado en hueco, ya sean directas (punta seca), ya sean aditivas, en los sistemas de moldes y en menor medida en el grabado en relieve sustractivo.

Aún así, su utilización como matriz gráfica es todavía más bien minoritaria en comparación con otro tipo de materiales, quizás por ser materiales de fabricación relativamente reciente y porque no son suficientemente conocidas sus aplicaciones con fines artísticos. De todas formas, las posibilidades que encontramos en ellos son cada vez mayores, sobre todo teniendo en cuenta que van surgiendo continuamente nuevos tipos de resinas sintéticas.

En el grabado en relieve sustractivo, que es el que nos ocupa, el plástico más empleado es el PVC flexible homogéneo, como alternativa al linóleo, y en mucha menor medida los plásticos duros como el metacrilato, usados como sustitutivos a la madera cortada a contrafibra, para la talla con buriles.

Cabría plantearse si, dadas las grandes posibilidades que poseen los plásticos para su utilidad en el grabado y la derivación y denominación de las técnicas según el material empleado como matriz (xilografía, linoleografía, etc) no podríamos acuñar el término *plastigrafía* para las técnicas que utilizan como matriz los plásticos, pues constituyen materiales no identificables a la madera ni al linóleo.

Dada la versatilidad que posee la matriz de plástico y sus posibilidades de uso tanto en hueco como en relieve, esta denominación no sería suficiente para precisar una técnica concreta, ya que la gran diversidad de respuestas pueden dar lugar a técnicas de amplio espectro, no específicas como en el caso de la xilografía, que emplea matriz de madera, o la linografía, que hace uso del linóleo. De todas formas pensamos que el término *plastigrafía* sí podría tener validez, ya que estos procedimientos de grabado como el resto de los que conocemos, consideramos que deben tener una denominación concreta. En este caso, para que sea lo suficientemente clara, debe adjuntarse el término *en hueco* o el término *en relieve*, según el procedimiento seguido y también sería aconsejable añadir el tipo de matriz de plástico utilizada.

Como hemos mencionado, se trata de materiales especialmente versátiles y diversificados, tanto o más que los estudiados en los capítulos precedentes (maderas macizas naturales, maderas transformadas y regeneradas, así como el linóleo), y es por ello que sus cualidades para la talla en el grabado en relieve sustractivo, van a ser diferentes según el plástico que empleemos. No obstante, hay que destacar como característica común a todos los plásticos y muy ventajosa para su uso en el grabado, su homogeneidad estructural; hecho que va a facilitar la talla en diferentes sentidos. Otra característica común a todos ellos es la ausencia de porosidad, que hace innecesaria una preparación previa de la superficie de la plancha, como ocurre en otros materiales, con el fin de posibilitar una mejor transferencia de la tinta.

El grado de dureza y de elasticidad difiere bastante de unos plásticos a otros. Así, oscila entre plásticos muy blandos como el PVC homogéneo flexible o el polietileno de baja densidad, muy dúctiles a la talla, y los muy duros como el metacrilato o el policarbonato, que requieren herramientas más afiladas y resistentes. Según sea la dureza del plástico, éste permitirá profundizar más o menos a la hora de tallar.

El PVC homogéneo flexible, material empleado en revestimientos y conocido comercialmente por las marcas *Sintasol*, *Saipolan*, *Somplam...*, constituye una importante alternativa al linóleo y es por ello uno de los plásticos más utilizados. Guarda semejanzas con el linóleo en cuanto al procedimiento de talla y a la estampación, pero nos parece más efectivo, pues a su blandura se une su homogeneidad, compacidad y ausencia de porosidad, que posibilitan un tipo de tallas más nítidas y grafismos más finos. Aunque posee una flexibilidad elevada, tiene al mismo tiempo más resistencia a la presión del tórculo que el linóleo, ya que no se suele deformar, a no ser que sea sometido a presiones excesivas.

De similares características encontramos los cauchos y las gomas, más blandos que los anteriormente citados y, en consecuencia, con una menor nitidez en las tallas, aunque debido a que también poseen una estructura homogénea, son muy fáciles de trabajar con las gubias. Por otra parte, el polietileno de baja densidad es también un plástico muy apto para la talla con este tipo de instrumental, además de ser resistente a la presión del tórculo sin sufrir deformaciones.

Otro plástico muy adecuado para ser tallado por los procedimientos tradicionales de grabado en relieve sustractivo es el PVC espumado, aunque un poco más duro que los anteriores; considerado como material alternativo al linóleo, ofrece excelentes cualidades para la talla, con cortes muy nítidos y muy finos. El núcleo de este material es poroso, por lo que es sensible a la compresión y puede disminuir su espesor y abrir sus poros si al estamparlo lo sometemos a una presión muy elevada, con lo que la superficie adquiere una textura más granulosa. De todas formas hace falta una tremenda presión para que esto se produzca y, teniendo en cuenta que el entintado superficial, propio del grabado en relieve sustractivo, no requiere excesiva presión, no constituye un factor negativo para nuestros fines. El PVC espumado posee una capa superficial de una granulación muy ligera, que retiene bien la tinta, a diferencia de otros plásticos cuya superficie es excesivamente satinada.



Las tallas que podemos conseguir en todos estos plásticos blandos varían desde las muy finas a las muy profundas y el instrumental más apropiado es el de tipo cortante, gubias fundamentalmente.

Las herramientas a utilizar van a depender del tipo de plástico sobre el que se grave. Para los muy duros de apariencia cristalina como el metacrilato, pueden emplearse utensilios propios de la madera a contrafibra, buriles, e igualmente herramientas eléctricas, taladradora con accesorios de muelas o fresas que, aunque suelen producir rebabas en la incisión, se pueden eliminar con un rascador. Dan lugar a líneas nítidas y finas o a grafismos peculiares, imposibles de conseguir con instrumentos manuales, y que variarán según el accesorio empleado, ya sea de tipo cortante o abrasivo, así como por la velocidad de rotación y la potencia del motor. Con estas herramientas se facilita mucho la talla en matrices de gran dureza, ya que con el instrumental manual, gubias y cuchillos, puede resultar muy dificultoso.

El grabador eléctrico o taladro puede ser utilizado en cualquier otra matriz de plástico, como alternativa a las gubias. El tipo de línea que se consigue dependerá también del tipo de plástico, produciendo más o menos rebabas y mayor o menor profundidad de talla, desde líneas finas a manchas e incluso perforaciones.

Los plásticos son materiales ligeros, lo que hace más fácil su manipulación. Muchos de ellos, sobre todo los flexibles, pueden ser cortados con unas tijeras, en otros casos si la dureza no es acusada ni el espesor de la plancha excesivo, con la ayuda de una cuchilla y una regla, dando unas cuantas pasadas o bien con una cizalla o con una sierra, manual o eléctrica. Los más duros se cortan con sierras eléctricas, nunca con cizalla, pues al cortarlos pueden resquebrajarse.

El empleo de los plásticos en el grabado supone una serie de ventajas, desde su asequible precio hasta el tamaño de las planchas, que posibilita

los grandes formatos. Por otra parte, un factor que, sin ser fundamental, sí supone una gran comodidad a la hora de grabar la imagen, es la transparencia que poseen muchos de ellos, pues facilita el proceso de calco, ya sea partiendo de la imagen previamente invertida o bien transfiriendo dicha imagen mediante un rotulador y grabando por la otra cara. Así, algunos de los plásticos que empleamos pueden ser totalmente transparentes, tales como el metacrilato, el poliestireno, el poliéster y el PVC, y otros translúcidos, como el polietileno de baja densidad; en la estampación en color por el método de sobreimpresión posibilita una referencia más exacta en el registro, con lo que hace innecesario el uso de la contraprueba y también al estampar se ve mejor si coinciden las planchas.

El aspecto texturado propio de estos materiales no es muy destacable, como en el caso de las maderas, ya que su superficie es por lo general lisa, aunque existen pequeñas diferencias entre ellos. Así, tenemos plásticos completamente satinados como el metacrilato, algunos tipos de resinas de melamina y de urea-formaldehído (Formica) y otros como el PVC espumado o el poliestireno (arraglás) que tienen una superficie ligeramente granulada. En el caso de los primeros, los completamente lisos, el entintado de forma homogénea en toda la superficie de la plancha puede resultar un poco más dificultoso. Sin embargo, el hecho de poseer una textura uniforme unido a un grado de dureza considerable (metacrilato) hace que, como hemos mencionado anteriormente, se puedan considerar materiales muy apropiados para el empleo de los buriles ya que su dureza superficial se asemeja a la de los metales y maderas muy duras y homogéneas.

Cada plástico tiene una forma peculiar de comportamiento frente a los disolventes, así que hay tanta diversidad como plásticos. Algunos de ellos poseen una gran maleabilidad, que puede ser de utilidad si lo que queremos es texturar su superficie y obtener una gama de tonos, o

también para ablandar el plástico y poder trabajar sobre él con el instrumental de grabado.

Algunos plásticos, como el poliestireno, son solubles a casi todos los disolventes; con los habituales para limpiar la plancha: petróleo o aguarrás, si se deja empapar la superficie puede formarse una especie de craquelado o mordentado. De todas formas, utilizados con precaución y evitando que permanezcan mucho tiempo en contacto con el plástico, no suelen dar ningún problema. Hay plásticos que son sensibles sólo a determinados disolventes y otros, como el PVC espumado, no sufren apenas su acción; el polietileno es el más resistente a los disolventes. De entre éstos, la acetona es uno de los que más afecta a los plásticos, sobre todo al PVC y al metacrilato.

Otro factor a tener en cuenta es el calor, que afecta sobre todo a los termoplásticos, muy sensibles a él, hecho que podemos aprovechar para poder grabar sobre la plancha con fuentes de calor, tales como un pirograbador o un soldador, para producir líneas, manchas y texturas. Según la sensibilidad de cada plástico al calor, las posibilidades de incidir sobre él varían; podemos desde calentar la superficie del plástico y una vez calentada grabar sobre ella hasta hacer uso de un método muy drástico, que es aplicar un disolvente a la plancha y prenderle fuego, con lo que resultará una superficie áspera que nos dará en la estampa áreas tonales aleatorias.

En esta revisión general de las posibilidades de los plásticos como matrices gráficas, que ampliaremos posteriormente una vez realizadas las pruebas en el apartado dedicado a la experimentación (*véase el apartado VII.4*), queda de manifiesto la versatilidad de las resinas sintéticas y la adecuación que pueden tener para los diversos procedimientos. Aunque muchas veces los resultados que obtengamos en la estampa no van a diferir de los obtenidos con otro tipo de matrices, el proceso seguido sí va a ser un factor a destacar, pues con algunos de ellos se facilita bastante la

fase del grabado o talla para la creación de la imagen, trabajando con una gran libertad y espontaneidad. Para acabar, mencionaremos que en cuanto a estampación se refiere, son materiales en general muy resistentes a la presión y que pueden dar lugar a una extensa tirada de estampas.



**FORMAS DE ACTUACIÓN PARA LA CREACIÓN  
DE LA MATRIZ Y SU ESTAMPACIÓN**

Capítulos:

- VI.** MATERIALES QUE INTERVIENEN EN  
LA REALIZACIÓN DE LA ESTAMPA
- VII.** ENSAYOS PARA LA CREACIÓN DE LA  
MATRIZ



## VI. MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LA REALIZACIÓN DE LA ESTAMPA

Dentro de las técnicas de grabado en relieve sustractivo, disponemos de un conjunto de materiales y herramientas que sirven tanto para elaborar la matriz como para su posterior estampación. La matriz, los útiles de talla y de entintado, la tinta y la impresión sobre el soporte son los principales elementos que determinan la creación de la estampa. En este capítulo describiremos aquellos que van a intervenir en nuestra experimentación<sup>203</sup>.

Mediante el empleo de una variada gama de instrumentos o útiles vamos a alterar la superficie de la matriz, incidiendo, tallando, cortando, texturando o entintando sobre ella. Así, queremos eliminar las zonas que no se desean reproducir y respetar las que luego aparecerán impresas en la estampa. De la naturaleza del material utilizado para crear la matriz dependerá la forma de actuar sobre su superficie. Tres serán los procedimientos seguidos: mecánicos (manuales o eléctricos), térmicos y químicos, con un estudio del comportamiento cada muestra de los materiales analizados, para averiguar sus posibilidades de actuación.

Otro factor esencial en este proceso serán las tintas, como elemento fundamental que posibilita que una imagen grabada sobre la matriz quede impresa sobre el papel por medio de presión. Sus cualidades más destacables son la viscosidad, la homogeneidad y la transparencia u opacidad, así como

---

<sup>203</sup> Al final de este capítulo se aborda, aunque sólo sea sucintamente, el desarrollo de los métodos industriales y de los avances informáticos aplicados a las técnicas de reproducción gráfica, dejando abierto dicho campo de actuación para otras investigaciones.



su naturaleza, acuosa o grasa. Para modificar esas características es posible utilizar determinadas sustancias que se mezclarán con la tinta.

Los útiles de entintado son los auxiliares indispensables para la aplicación de la tinta. Se trata fundamentalmente de rodillos de distintos grados de dureza elegidos según el resultado que se desee conseguir en la estampa.

Finalmente, el soporte será la materia flexible que posibilite la impresión. El papel es el soporte más idóneo para recibir la imagen impresa por sus características: elasticidad y maleabilidad, grosor, naturaleza, resistencia a la presión, homogeneidad superficial, tonalidad y cromatismo.

## VI.1. ADECUACIÓN DE UN SOPORTE COMO MATRIZ PARA EL GRABADO EN RELIEVE SUSTRACTIVO

La matriz es el elemento generador de la estampa y el que hace posible la multiplicación de una imagen<sup>204</sup>. Se crea transformando la superficie plana de un soporte que puede ser, en principio, cualquier material que reúna unas determinadas cualidades que posibiliten la seriación, tales como solidez, plenitud, resistencia a la presión, textura, etc.

Según cómo se proceda en la elaboración de una matriz se podrán establecer las diferentes técnicas de impresión. De igual forma, el material constitutivo de estas matrices dará nombre a la técnica: *xyl*o/madera, *khalkos*/cobre, *lito*/piedra, *sericus*/seda. Dependiendo de la naturaleza de ese material se emplea un tipo determinado de utensilio y se delimita la forma de actuar durante el proceso de estampación.

En el grabado en relieve sustractivo, la superficie plana original de la matriz representa la superficie de impresión o, dicho de otra manera, el área que crea la imagen está en relieve y es la parte que recibirá la tinta y la que se transferirá al papel mediante aplicación de presión. La imagen se crea por sustracción o eliminación de determinadas partes, que serán las que constituirán los blancos. Una matriz en relieve puede ofrecer una imagen tanto en positivo (relieve o *línea negra*) como en negativo (incisión o *línea blanca*). La carga de tinta será la misma sobre toda la imagen impresa y, como consecuencia, el espesor de la capa de la tinta en la matriz será homogéneo sobre toda su superficie.

Aunque la matriz es creación del artista, no siempre es necesario incidirla, ya que es posible partir de un material determinado, sin realizar ningún tipo de intervención indeleble sobre él, aprovechando su textura

---

<sup>204</sup> En sí misma, la matriz grabada puede ser considerada una obra artística. Sin embargo, si tenemos en cuenta su función como medio para la reproducción de una imagen, pierde su valor de objeto para convertirse en un *útil*, sin valor estético propio.

particular como recurso expresivo. Nos estamos refiriendo a una combinación de estas matrices con otras en las que sí se ha incidido.

Para la obtención de la estampa puede ser suficiente el empleo de una única matriz o bien, según el planteamiento plástico del que se parta, requerir dos o más matrices. En el caso de la estampa polícroma, cabe la posibilidad de emplear matrices idénticas entre sí en cuanto a formato y tamaño, o bien varias matrices troqueladas, o igualmente, se puede partir de una matriz única en la que se va grabando y estampando de forma progresiva, para obtener una estampa polícroma por medio de la técnica de *plancha perdida*.

Por otra parte, la matriz en relieve no requiere necesariamente el entintado, aunque sea lo más habitual. Es el caso del *gofrado* o impresión en seco, técnica en la que se destacan los valores táctiles por medio de efectos tridimensionales y texturales, sin recurrir al entintado.

Los materiales que servirán para crear una matriz se pueden dividir en porosos y no porosos, atendiendo a sus características de absorción y porosidad. Los **soportes porosos** son los materiales orgánicos y derivados: madera, maderas transformadas, linóleo, cartón y piedra, que tienen como característica común fundamental que, al ser entintados, absorben parte de la tinta depositada sobre ellos. Los **soportes no porosos** son los plásticos y los metales, en los que no se da la absorción de tinta. Sobre la base de esta propiedad, que va a ser esencial en la estampación, requerirá o no de una preparación previa que se tendrá en cuenta a la hora de realizar el entintado.

No toda superficie plana puede ser válida para su conversión en matriz gráfica, sino que deberá reunir una serie de condiciones, de las que destacaremos las siguientes para el grabado en relieve sustractivo:

- Espesor uniforme.- Es fundamental que el soporte tenga el mismo espesor en toda su extensión, pues hay que tener en cuenta que en la fase de impresión va a recibir una capa de tinta y va a someterse a una determinada presión, por lo que si éste no es uniforme, no será posible realizar una perfecta traslación de la imagen. Si el espesor del soporte es menor de 8 mm podrá estamparse en prensas convencionales, tórculos, sin dañarlas y sin deteriorar la “cama” de la prensa. Si el grosor de la plancha es considerable, puede provocar un desplazamiento de la misma, al ejercer la presión con los rodillos, e incluso puede llegar a abatir la platina. En este caso, si es mayor de 8 ó 10 mm se utilizará la prensa hidráulica.

En el caso de que el espesor no sea regular, podemos recurrir a la estampación de tipo manual por frotamiento (baren, cuchara) que, aunque más laboriosa, permite amoldarse a las irregularidades que puedan existir en la superficie.

- Dureza.- Aunque el grado de dureza es muy variable según se trate de un material u otro, hay que tener en cuenta que el material que se elija como matriz no sea excesivamente blando, con el fin de poder soportar la presión de la prensa sin deformarse o destruirse y permitir un número mínimo de estampaciones iguales. Asimismo, el grado de dureza deberá posibilitar la talla o incisión sobre el soporte, que se realizará con un instrumental adecuado al material elegido y al planteamiento gráfico que se desee. Otro aspecto a tener en cuenta es que la dureza guarda relación con la durabilidad de la matriz o capacidad para resistir repetidos entintados y estampaciones sin desgastarse.
- Grado de elasticidad o flexibilidad.- Este aspecto interfiere en el hecho de que la matriz pueda resquebrajarse o deteriorarse al ser sometida a la presión de la prensa. El material debe tener un grado de elasticidad mínimo para evitar que esto no ocurra.

- Hendibilidad.- o capacidad para ser hendido/tallado el soporte mediante instrumentos cortantes y de forma que el corte sea de aristas limpias, que no se aplaste ni se debiliten sus bordes.<sup>205</sup>
- Cualidades texturales.- La textura es una característica muy variable en los distintos materiales que podemos emplear como matriz para el grabado en relieve y oscila desde las superficies muy irregulares, como las de algunas maderas de veteado intenso, pasando por las granuladas en mayor o menor grado, hasta las completamente lisas, que apreciamos en la mayoría de los plásticos. Es un aspecto que va a intervenir en el tipo de imagen que consigamos en la estampa y que condiciona el proceso de talla e influye directamente en la capacidad de admisión de la tinta y en la uniformidad del entintado. La elección de un tipo u otro de superficie estará motivada por las cualidades plásticas que se desee obtener. Ciertos materiales con una textura muy marcada pueden ser empleados por sí mismos o en conjunción con otro tipo de matrices menos texturadas, en las que se grabará la imagen para realizar posteriormente un proceso de sobreimpresión.
- Tolerancia a los disolventes.- Este aspecto va a tener una gran influencia en la última fase, la impresión, en la que se requiere que el material empleado resista en cierta medida la acción no prolongada de disolventes usados comúnmente para la limpieza de las matrices (hidrocarburos en su mayor parte). De no ser así, se producirá un inevitable deterioro de la misma, impidiendo la correcta reproducción de la imagen.

En algunos casos, los soportes que se van a destinar para elaborar una matriz pueden requerir una preparación previa, fundamentalmente para conseguir un mejor resultado en la estampación. Esta preparación se realiza sobre todo en los materiales porosos, como la madera, mediante el lijado

---

<sup>205</sup> Un aspecto que se analiza en esta investigación es el uso de calor y disolventes para incidir sobre la superficie de los plásticos.

previo de su superficie. También es posible aceitarla, con la finalidad de que acepte mejor la tinta y absorba en menor proporción el aceite de ésta, provocando un entintado más regular y homogéneo. Al secar el aceite, aumenta la firmeza de las fibras y se facilita el corte. Por otra parte, también se consigue una menor tendencia al alabeo.

Otro aspecto es la acentuación de la textura propia de la madera, que puede realizarse con ciertas herramientas, como el cepillo de alambre o bien con productos químicos: ácido nítrico, lejía, etc.

### VI.1.1. Herramientas para la conversión del soporte en matriz

#### VI.1.1.a) Herramientas manuales

Para la manipulación de materiales y formatos no excesivamente grandes las herramientas manuales resultan ser con frecuencia de igual precisión y más efectivas en ejecución que las herramientas eléctricas, que implican un montaje y adaptación. Las clasificaremos en los siguientes grupos según su aplicación, ya sean para cortar y conformar su superficie o para alisarla y texturarla, así como los instrumentos para grabar y el afilado de los mismos.

#### **VI.1.1.a.1 Útiles para cortar y conformar el soporte**

1. **SIERRAS** (de bastidor y serruchos): Hojas de acero con una fila de dientes puntiagudos situados en el borde cortante. En el aserrado, los dientes actúan desmenuzando el material sobre el que se corta, por lo que cada material necesitará una hoja de sierra con un tipo de diente específico. En el caso de las maderas, los dientes van torcidos alternativamente (triscados), para que el serrín producido al cortar salga a través de los espacios entre los dientes (intradientes). Para cortar tableros utilizaremos serruchos de *hender* (madera a fibra) o de *través* (madera a contrafibra). En aglomerado, madera prensada y la mayoría de plásticos usaremos los de dientes finos y levemente ondulados, evitando recalentar la hoja cuando se trate de plásticos, así como los serruchos de *costilla*.
2. **SIERRAS DE CORTE CURVO** (*Segueta*): Hilo o “pelo” de acero con dientes muy finos, tensado mediante un arco de metal. Sirven para hacer contornos irregulares o para cortar en puzzle contrachapados y plásticos laminados rígidos, de pequeño espesor.

3. **CUTTER:** cuchilla de acero con un borde cortante recto. En algunos casos sobresale del mango hasta una muesca que sirve para ser partida su hoja y reutilizada sin necesidad de afilar. Empleado principalmente en linóleo, suelos vinílicos, gomas sintéticas, caucho, así como en laminados flexibles finos y en el PVC espumado. También es muy útil para cortar en línea recta el metacrilato y el poliestireno rígido (arraglás) mediante incisiones sucesivas con ayuda de una regla o guía, levantando después la parte sobrante de forma uniforme y sin quitar la guía, se obtiene un corte recto, limpio y pulido.

4. **CIZALLA DE PEDAL ó MANUAL:** Hoja de acero con filo unido a un bastidor o plataforma que sujeta la plancha y la corta perpendicularmente, al igual que una “guillotina”. En el caso de la cizalla manual la corta en ángulo, al estar unida en uno de sus extremos mediante bisagra al bastidor. Ideal para linóleo y plásticos laminados flexibles. Los plásticos rígidos, sobre todo los de naturaleza cristalina, se quiebran al cizallarlos.

#### **VI.1.1.a.2 Útiles para alisar y texturar superficies**

1. **PAPELES DE LIJA:** Partículas de materiales abrasivos (polvo de vidrio, óxido de aluminio o carburo de silicio) encolados a una lámina de papel, con diversos grados en cuanto a tamaño del grano, de muy grueso a muy fino o numéricamente del 50 al 600. Usados igualmente para texturar algunos plásticos, como el PVC espumado, mediante impresión con tórculo sobre la superficie de la matriz.



2. **CEPILLOS DE DESBASTAR:** para rebajar tableros en sentido a la fibra. Existen también cepillos apropiados para desbastar tacos de madera a contrafibra. Sirven para alisar superficies, por medio de una cuchilla ajustada en ángulo con una cuña a una base de madera o metálica que incorpora una empuñadura en su frontal redonda y otra ergonómica en el talón que imprime la presión.

3. **CEPILLOS DE ALAMBRE:** Para “abrir la veta” de la madera, frotando paralelamente a la fibra de forma que se desgaste la madera más blanda y las fibras duras queden en relieve.

4. **ESCOFINAS Y LIMAS:** Para crear efectos tonales. La escofina crea asperezas debido al dentado de su superficie, que pueden ser cepilladas con las limas.

5. **BERCEAU:** También llamado graneador, consiste en una hoja de acero biselada en semicírculo con finas acanaladuras en una de sus caras y asida a un mango de madera. Se emplea oscilando sobre la plancha para dar una textura graneada o más bien presionando de forma longitudinal para crear áreas tonales con una fina trama de líneas paralelas.

6. **RULETAS:** Pequeñas ruedecitas metálicas dentadas y unidas a un mango, para conseguir áreas tonales con una trama graneada.

7. **RODELA:** Disco metálico con los bordes dentados y unido a un mango, que produce líneas punteadas.

**VI.1.1.a.3 Útiles para grabar**

1. **ESCOPLO:** Consta de una pieza rectangular de acero con su extremo biselado y acoplado a un mango de madera. Se maneja mediante golpes secos en el mango, percutiendo con mayor o menor intensidad en función de la profundidad y de la longitud de corte que se quiera dar. Es un complemento a las tallas efectuadas por cuchillos y gubias, eficaz para rebajar superficies de la matriz.
2. **FORMONES:** Similar al anterior pero más ancho, su fin es vaciar zonas extensas de la matriz.
3. **MAZAS:** Constan de un mango torneado y una cabeza redonda que permite golpear al escoplo y al formón desde cualquier ángulo. Se utiliza percutiendo para que incidan en la madera y vacíen determinadas zonas. Se usa sobre todo en maderas duras.
4. **CUCHILLOS:** Se trata de una hoja de acero afilada, insertada en un mango, normalmente de madera o metal, y con gran variedad de formas y tamaños, pueden ser desde un bisturí o un cutter hasta cuchillos específicos para la talla, de diferentes secciones. Al realizar el corte con estos instrumentos, hay que hacer una talla y una contratalla: la talla es una incisión en sentido diagonal y hacia afuera, que se realiza con el cuchillo al borde de las líneas del dibujo; la contratalla es el corte que se hace en sentido opuesto, obteniendo de esta forma un surco en forma de V.

5. **GUBIAS:** Son los instrumentos imprescindibles para grabar sobre la matriz. Consisten en una barra de acero templado con un extremo seccionado oblicuamente, montado en un mango de madera de forma cilíndrica (de escoplo) o de hongo. El tipo de corte que realizan es mediante supresión de una vez de porciones determinadas del material. A diferencia del uso del cuchillo, que para producir un surco se necesita realizar un doble corte, las gubias van abriendo el material a medida que avanzan. Las gubias están biseladas por las dos caras del filo para poder cortar desde distintos ángulos, aunque el bisel suele ser mayor en la cara exterior que en la interior. Pueden ser de *sección curva* o *en U*, que va desde las de curva muy cerrada hasta muy abierta (en este caso se utilizan para desbastar áreas amplias) y las de *sección angular* o *en V*, también de mayor o menor abertura.

6. **BURILES:** Consisten en una barra de acero templado unida a un mango de madera en forma de hongo, que permite empuñar el buril en la correcta posición para el corte. Poseen diferentes secciones: romboidal, cuadrada, rectangular de velo, de uña, redonda, para conseguir determinados tipos de talla.

**VI.1.1.a.4 Útiles para afilar los instrumentos de grabado**

## 1. PIEDRAS DE AFILAR:

- ***De aceite:*** Dentro de este tipo, las piedras naturales de *Arkansas* son las más finas y densas que existen y en especial la piedra dura de color blanco. Son bloques rectangulares que se lubrican con aceite con la finalidad de arrastrar las partículas producidas en el afilado y que no se incrusten en la piedra.
- ***Sintéticas de aceite:*** De color gris oscuro, se fabrican con gránulos de carburo de silicio y se clasifican como finas, medias y gruesas.
- ***Al agua:*** De color marrón claro, se fabrican en diferentes grados de dureza: fino, grueso y medio. Suelen tener unos perfiles moldurados para adecuarse de este modo al filo de las herramientas.
- ***De asentar filos:*** Son piedras pequeñas con formas especiales, para adaptarse al filo de las herramientas. Pueden ser tanto de piedras de aceite como de agua, ya sean naturales o sintéticas. Les hay cónicas, de sección elíptica, escuadradas, etc.

### **VI.1.1.b) Herramientas eléctricas**

Por su versatilidad, potencia y precisión, este tipo de maquinaria es un complemento que amplía las posibilidades de los materiales susceptibles de ser grabados, crea nuevas texturas y facilita además la labor del artista grabador. Los agruparemos según su función, en instrumentos para cortar y conformar el soporte, lijadoras, grabadores eléctricos con accesorios cortantes y abrasivos, así como para afilado de herramientas.

#### ***VI.1.1.b.1 Herramientas para cortar y conformar el soporte***

- 1. SIERRAS DE CALAR:** Sirven para cortar de forma rápida cualquier tipo de material, utilizando las hojas de sierra más apropiadas según el caso. Son de gran utilidad, pues aparte de realizar cortes en línea recta, hacen cortes curvos, abiertos y cerrados, troquelan las planchas y facilitan de esta forma el entintado polícromo o bien pueden dar un formato de plancha diferente al rectangular. Trabajan con un movimiento alternativo vertical, es decir, con movimiento de vaivén, que puede ajustarse al material que se use, es por ello que se les denomina también sierras de vaivén. Tienden a producir vibraciones, por lo que hay que sujetar bien la pieza a trabajar. En contrachapado es conveniente colocar una cinta adhesiva transparente para que no se astille en el corte.
- 2. SIERRAS CIRCULARES:** manuales, algunas suelen incluirse como accesorio de taladradoras. Utiliza hojas de 15/16 cms de diferentes dentados, a 3.000 rpm. Sirve para efectuar cortes longitudinales, transversales y a inglete en todo tipo de tableros (madera maciza, aglomerados, contrachapados, etc).

### **VI.1.1.b.2    Herramientas para lijar su superficie**

1. **LIJADORA ORBITAL:** Facilita el trabajo de lijado de la superficie, con el fin de alisarla e igualarla. Se pueden acoplar a ella diferentes tipos de papel de lija: rugosa, media y fina.

2. **LIJADORA DE BANDA:** Realiza el lijado de primer acabado y tiene más potencia que la lijadora orbital.

### **VI.1.1.b.3    Herramientas para grabar**

1. **GRABADOR ELÉCTRICO:** Es un tipo de taladro de menor tamaño que el habitual con el fin de facilitar su manejo. Se le puede acoplar multitud de accesorios con las más variadas funciones, que nos permitirán incidir en todo tipo de planchas con una mayor rapidez de ejecución. Produce un tipo de grafismos peculiares, diferentes a los que resultan del uso de herramientas manuales. Esto viene determinado por la velocidad de incisión y por el tipo de accesorios que se empleen y que básicamente suelen tener dos funciones: cortantes y abrasivos (este último sería el aspecto más innovador respecto al tipo de incisión con herramientas tradicionales). Con ellas podemos lograr varios tipos de incisiones, desde líneas muy finas y nítidas hasta trazos rugosos y punteados de forma intermitente, característicos de los accesorios abrasivos.

Los accesorios que principalmente utilizaremos serán:

- **Fresas:** Puntas de acero y de carburo de wolframio con aristas cortantes, que se utilizan para realizar incisiones en metales, plásticos y madera. El corte se realiza con los laterales de la fresa, ya que la punta corta mal y produce vibraciones.

- **Muelas:** para incidir y crear zonas texturales, pulir o desbastar mediante una acción abrasiva. Pueden ser de forma cilíndrica, cónica o de disco, de óxido de aluminio, (color rojizo) o de carburo de silicio (color verde claro), similar en su función y externamente a las anteriores, aunque más adecuadas para trabajar sobre materiales duros (piedra, vidrio, cerámica, metales). Para trabajos delicados existen muelas con partículas de diamante.
- **Cepillos circulares,** de alambre y de cerda, para pulir superficies y para eliminar rebabas.

Gracias a que la velocidad de esta herramienta puede ser regulada, se adecuará su uso según el material del que se trate. Debemos tener en cuenta que los plásticos tienden a fundirse en el punto de contacto, por lo que no es muy recomendable el empleo con velocidades excesivamente elevadas. Al finalizar su uso, es importante limpiar las puntas con petróleo o diluyente para laca celulósica.

Para grabar determinados materiales, sobre todo los de gran dureza (plásticos como el metacrilato o el policarbonato), el empleo de herramientas eléctricas será insustituible; para otros se alternará con los instrumentos manuales.

#### **VI.1.1.b.4 Herramientas para afilar instrumentos de grabar**

1. **AFILADORA ELÉCTRICA:** Es un aparato provisto de un motor de entre 1/4 y 3/4 CV con el que se accionan dos muelas abrasivas circulares de alúmina, de 125 a 200 mmØ, a una velocidad de 3.000 rpm. Para biselar o afilar herramientas, se colocan generalmente sobre un soporte rígido y en sentido contrario al de rotación de la rueda.

## VI.2. ENTINTADO Y ESTAMPACIÓN

Tras la conversión del soporte en matriz, el siguiente paso será posibilitar la creación de la estampa, es decir, entintar dicha matriz y transferirla al soporte mediante presión. El entintado y la estampación son las fases de que consta el proceso de transferencia de la imagen grabada en una matriz a un soporte, que suele ser el papel. Su conocimiento es fundamental en cualquier técnica de impresión, para poder obtener un resultado positivo en la estampa.

Es imprescindible tener en cuenta los elementos que van a formar parte de esta última parte del proceso, una vez realizada la conversión de un soporte en matriz, para la consecución de la estampa. Estos elementos van a ser básicamente: la tinta, los útiles de entintar, el soporte de la estampa (papel) y la prensa. El resultado va a estar totalmente condicionado por ellos y por su adecuación a la técnica de que se trate. A continuación haremos una sucinta revisión del concepto de estampación.

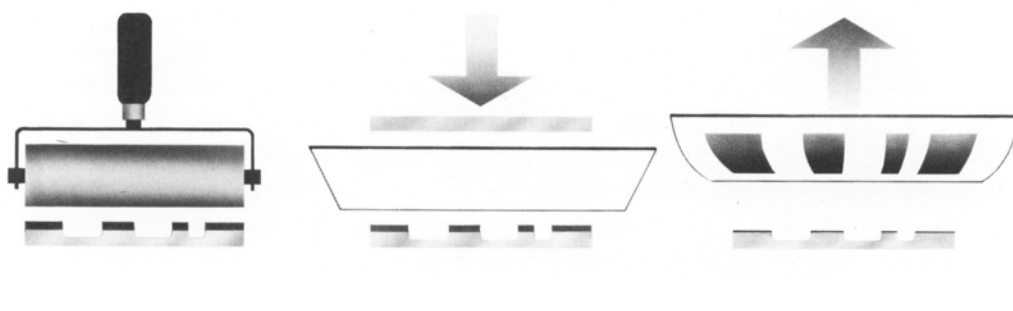
Al imprimir se traslada sobre una hoja de papel una imagen producida por una matriz, en la que previamente se ha depositado la tinta. La matriz tiene dos tipos de zonas diferenciadas: las que constituyen la imagen a reproducir y sobre las que debe adherirse la tinta, y las que comprenden el resto de la superficie de la plancha, sobre las que no debe depositarse. Estas últimas se denominan reservas, o blancos, porque corresponden a las partes del papel que quedarán blancas tras la impresión.

La tinta se deposita sobre la matriz mediante un entintado general, pero no se adhiere más que en la parte que constituye la imagen. Se coloca la hoja de papel en contacto con la matriz entintada y mediante presión, la tinta es transferida de la plancha al papel. Al levantar éste aparece, por efecto de la deposición de la tinta, una imagen especular de la matriz.



Este principio muy simple de impresión puede ser aplicado de varias formas más o menos complicadas y que, en base al modo en que se diferencien la imagen impresora y los blancos sobre la matriz, constituyen los diversos procedimientos de impresión.

En cada una de estas técnicas van a intervenir una serie de elementos comunes todas a ellas, pero al mismo tiempo con peculiaridades propias, que son, como ya hemos mencionado, las tintas, los útiles de entintado, el papel y la prensa. Todos ellos participan en el proceso de estampación, que consta de dos fases: a) entintado y b) estampación (*fig. 39*).



*fig. 39*

- a. **Entintado.** La tinta es depositada con un rodillo apropiado en la superficie de la matriz, formando una película fina pero totalmente cubriente y uniforme, que solamente afectará a las partes no incididas<sup>206</sup>. En la estampa obtenida tendremos una tinta plana, correspondiente a la superficie que quedará en relieve, en contraste con el tono del papel, que aparecerá en las zonas donde la materia se ha sustraído de la matriz y por lo tanto no ha sido entintada.

<sup>206</sup> Este es el procedimiento ortodoxo, pero existen otras posibilidades. Además, si la tinta es oleosa siempre tendrá algo de transparencia.

- b. **Estampación.** Los procedimientos que vamos a seguir serán básicamente iguales en todas las matrices analizadas, siguiendo la pauta que marca el entintado en relieve sustractivo; la diferencia va a estar lógicamente en la estampa resultante, condicionada por el tipo de matriz que se haya empleado.

Para que este proceso se realice de modo satisfactorio deberemos tener siempre en cuenta una serie de factores: la graduación correcta de la presión, el grado de humedad del soporte papel y el estado de la tinta. Asimismo, si las matrices empleadas tienen un espesor considerable (5 mm o más) y sobre todo si se trata de materiales duros como ciertos plásticos, es necesario realizar un bisel, para evitar posibles deterioros de las mantas de la prensa e incluso rotura del papel de la estampa, al mismo tiempo que, si se trata de tórculos, se facilita el desplazamiento del rodillo sobre la matriz, evitando que ésta se pueda mover.

En esta fase emplearemos un tipo de instrumental específico, tanto para el entintado como para la estampación; con el desarrollo de estos dos apartados el proceso de estampación quedará perfectamente definido y se podrá comprender mejor la gran importancia de conocerlo y utilizarlo correctamente. A continuación vamos a referirnos a los elementos más importantes que van a intervenir en su realización.

#### VI.2.1. **Instrumentos para el entintado de la matriz**

La finalidad de estos útiles es la aplicación de una capa de tinta uniforme en la superficie de la matriz, ya que éste es el principio fundamental del entintado del grabado en relieve sustractivo. Se realiza principalmente mediante el empleo de rodillos.

1. **RODILLOS:** Son los instrumentos idóneos para la aplicación de tinta sobre la matriz en este tipo de técnicas. El material del que se componen es goma (o poliuretano). Otro tipo es el de gelatina, más blando que los anteriores. La superficie de los rodillos debe estar perfectamente cilindrada para que pueda recoger la tinta de forma regular y la extienda uniformemente.

Elegiremos uno u otro grado de *dureza Shore*<sup>207</sup> según el tipo de entintado que deseemos conseguir. Si se trata de un trabajo de talla con incisiones muy finas, se escogerá un rodillo duro para evitar que penetre la tinta en dichas tallas. Si por el contrario, se trata de superficies con distintas elevaciones del relieve que queremos registrar y que la tinta llegue hasta los huecos, elegiremos otro más blando.

Para la limpieza de los rodillos se debe emplear aguarrás o petróleo. Los rodillos de gelatina necesitan más cuidados por ser su superficie muy blanda y delicada. Deben ser limpiados con queroseno y mantenerlos secos, por lo que no deben usarse con tintas acuosas, pues el contacto con el agua afecta a la consistencia del rodillo. Al ser tan blandos, su superficie puede ser alterada con el roce de cualquier partícula e igualmente por el calor, pudiendo llegar a deformarse. Se debe entintar presionando moderadamente sobre la plancha.

2. **PINCELES:** Sirven para la aplicación de tintas de naturaleza acuosa, ya que con las tintas grasas no se consigue un entintado tan compacto. Su uso quedaría restringido, en todo caso, a pequeñas zonas en las que no se ponga tan de manifiesto los posibles defectos en la aplicación regular de la capa de tinta.

---

<sup>207</sup> Shore: método de clasificación de la dureza de un material metálico o de un plástico.

### VI.2.2. Las tintas de impresión

Es el elemento fundamental que posibilita que la imagen grabada en la matriz quede impresa sobre el papel mediante la aplicación de presión. Sus componentes se escogen y adoptan según la naturaleza de la superficie del soporte que debe recibirlas y de la clase de procedimiento y maquinaria que debe realizar la impresión. Están compuestas por pigmentos (parte sólida), aglutinante (parte líquida) y aditivos (añadidos por el fabricante o impresor). Los pigmentos pueden ser minerales, orgánicos, naturales o sintéticos; estos últimos representan el 95%. El aglutinante es aceite de linaza polimerizado, es decir, que ha sido calentado para hacerlo más espeso.

Para poder llegar a transferirse al papel de forma satisfactoria las tintas deben poseer las siguientes características fundamentales:

- ***Grado de secado***, que se produce por oxidación, el simple contacto con el aire, y depende también del tiempo de entintado e impresión, así como de otros factores como la temperatura ambiente y la composición de la tinta, con un porcentaje mayor o menor de secativos. Para que la tinta esté completamente seca tiene que pasar un período de al menos 15 días.
- ***Grado de adherencia***, que hace que las tintas puedan reportarse y fijarse al papel de impresión.
- ***Grado de viscosidad o fluidez***, lo que llamamos consistencia de la tinta, y que se pone de manifiesto cuando al batirla con la espátula opone una determinada resistencia. La consistencia de la tinta dependerá de la calidad de los pigmentos, de la cantidad de barniz o aglutinante, de los aditivos y también de la temperatura (cuanto más cocido más viscoso es el aceite). Además, dependiendo de las características del soporte, que sea un papel poco o muy absorbente, se necesitará un grado mayor o menor de fluidez de la tinta. Si la

tinta es fluida y el papel absorbente penetrará en éste, fijándose por absorción y si se trata de un papel de poca absorbencia, la tinta deberá poseer un punto de mordiente mayor, no tan fluido, con el fin de tener un mayor agarre al papel. También incide la fluidez de la tinta en la aplicación de presión, que si es excesiva y la tinta no es muy densa, hace que rebose y que la imagen pierda definición.

- **Opacidad y transparencia**, aspectos relacionados con el tipo de pigmento que compone la tinta. Este factor es muy importante en la sobreimpresión; así, un color opaco aplicado sobre un color transparente no tiene el mismo efecto que dos colores transparente aplicados el uno sobre el otro.

En cuanto a la naturaleza de las tintas podemos dividir las en *acuosas*, o tintas al agua y *oleosas*, o tintas grasas.

- **TINTAS AL AGUA:** Poseen un aglutinante o vehículo de origen acuoso. Secan de forma más rápida que las tintas grasas, por lo que para el procedimiento de entintado en color por sobreimpresión puede ser recomendable. En las técnicas para la impresión de grabados en madera con la *técnica japonesa* las tintas son muy ligeras, similares a la acuarela, estando el colorante disuelto en agua de arroz. Para acentuar los tonos una vez aplicadas sobre la matriz (en el sentido de la fibra de la madera), se superponen varias capas de color. Una vez secada la tinta, dan lugar a estampaciones de aspecto totalmente mate. Su presentación es tanto en forma sólida como en tubo.

- **TINTAS GRASAS:** Son las de uso generalizado en occidente, para casi todas las técnicas de impresión gráfica. Se componen de un aglutinante o vehículo oleoso, que suele ser fundamentalmente aceite de linaza, de pigmentos y de una serie de aditivos que le

confieren a la tinta sus cualidades especiales y les hacen aptas para determinadas condiciones de impresión. El aspecto de las tintas grasas es brillante antes de estampar y después este brillo disminuye más o menos según la calidad de la tinta y la absorbencia del papel.

Para el grabado en relieve sustractivo las tintas deberán tener por lo general una considerable densidad y cuerpo, por el tipo de entintado que es en superficie y, en consecuencia, registra la textura del material de la matriz. No obstante, si la tinta de impresión resultara ser demasiado dura, se puede fluidificar mezclándola con 1/3 de aceite de linaza crudo y 2/3 de aceite de linaza cocido.

En el caso de trabajar con maderas y para que se pueda apreciar su particular textura, como vetas, nudos, o fibras, la tinta deberá ser densa, pues un exceso de fluidez provocaría la penetración de la tinta en los poros y el resultado tendría una maculatura más plana. Igualmente, si se trata de un trabajo de talla fino y minucioso, una tinta fluida podría penetrar fácilmente en esas tallas.

La textura no porosa de los plásticos hace que se adhiera mejor una tinta de mayor densidad y da un entintado más uniforme.

Si la tinta comercial es muy aceitosa, se le puede añadir unas gotas de aguarrás en lugar de aceite de linaza cocido (éste también debe ser usado con moderación, dos o tres gotas, y sólo si la tinta está dura). El aguarrás se evapora y el color, una vez estampado, queda menos brillante.

Opcionalmente se puede utilizar tinta al óleo, dejándola reposar previamente sobre papel secante, con el fin de que pierda parte del aceite. El efecto conseguido en la estampa por este tipo de tintas es de una maculatura menos uniforme, con una ligera apariencia de aguada.

### VI.2.3. Útiles de estampación

En el proceso de estampar es preciso recurrir a medios que posibiliten la transferencia de la tinta de la superficie de la matriz al soporte mediante la aplicación de una presión determinada, que puede ser manual: con baren, cuchara y/o rodillo, o puede ser mecánica: mediante el uso de prensas.

Según sea el grosor de los tacos de las matrices, de la mayor o menor acentuación de los relieves que se pretenda, del tamaño y potencia de la prensa, se ajustará la presión cada vez que se necesite y se revisará cada vez que varíe alguno de estos factores. La correcta graduación de la presión asegurará una adecuada transferencia de la tinta al soporte y evitará un prematuro desgaste de la matriz. Representa por ello uno de los factores fundamentales en la impresión. El soporte que recibirá la presión será el papel.

1. **BAREN:** Es un instrumento en forma de disco de unos 15 cms de diámetro, con un interior relleno por diversas capas de hojas de papel pegadas entre sí y corteza de bambú o esparto liado en espiral, estando el exterior formado por un entrecruzado de hojas de bambú con un asa de sujeción en su parte posterior (en la actualidad también se fabrican con materiales sintéticos), que utilizaremos para ejercer presión de forma manual, frotando sobre el papel en la estampación. Con él (o de forma similar con el dorso de una cuchara) se tiene la ventaja de poder alterar la presión en la estampación en diferentes zonas, intensificándola más o menos según se quiera conseguir una determinada intensidad en el entintado.

2. **PRENSAS:** Los tipos de prensas que podremos emplear serán:

- PRENSA DE PLATINA. Es la más utilizada tradicionalmente en el grabado en relieve. En las prensas planas como los modelos *Albion* y *Columbia*, consiste básicamente en la presión directa de una pesada plancha de acero con una superficie de estampación plana, suspendida en un marco de hierro o una argolla, descendiendo hasta la matriz y el papel, que se encuentran en la base de la prensa. La presión se ejerce manualmente con una palanca, o hidráulicamente en las prensas de este tipo que existen en el mercado en la actualidad.
- PRENSAS TIPOGRÁFICAS. La prensa plano/cilíndrica, que solamente admite el grosor de la matriz de una dimensión determinada, que es *altura tipográfica* y equivale a 23'5 mm y se coloca sobre un carro que se mueve alternativamente en sentido horizontal; la hoja es capturada por unas pinzas montadas sobre un cilindro que la acompaña y la presiona sobre la forma.

La prensa rotativa, cuyo molde está constituido por una forma curva montada sobre un cilindro y en la que la presión se asegura por otro cilindro. En este caso, el papel continuo de la bobina pasa tangencialmente entre los dos cilindros.

- PRENSA CALCOGRÁFICA: TÓRCULO. Se puede describir como una pesada platina de acero larga y lisa sobre la cual se coloca la plancha entintada, el papel y los fieltros o mantas. La presión es ejercida por una línea que es la generatriz del cilindro superior y que se desplaza sobre la plancha<sup>208</sup>. Los cilindros y la platina van montados en un bastidor rígido, de hierro fundido, que es la que arma todas las partes y da robustez al conjunto.

---

<sup>208</sup> v. G. Cabo de la Sierra, *Grabados, litografías y serigrafías. Técnicas/procedimientos*. Esti-Arte ediciones, S.A., Madrid 1981, p. 63.



El cilindro superior se acciona por un volante cuya transmisión puede estar formada por un sistema de engranajes que hacen posible el menor esfuerzo por parte del estampador; dicha transmisión suele incorporar una reductora. El cilindro inferior gira libremente sobre unos cojinetes, soportando la platina móvil que se encuentra enrasada por la parte superior y montada sobre cuatro puntos de apoyo con rodamientos de bolas y guía.

La regulación de la presión se ejerce a mano por medio de dos tornillos que imprimen un movimiento giratorio y lento al cilindro superior, con lo que se consigue la presión uniforme. Unos husillos de paso fino permiten en algunos tórculos regular con máxima precisión la posición óptima.

3. **MANTAS:** Constituyen lo que llamamos el “vestido de la prensa” y se sitúan entre la superficie del cilindro superior y el papel de imprimir. Son las encargadas de atenuar el contacto en la línea de presión entre el cilindro superior y la matriz<sup>209</sup>, de regular la presión ejercida por el tórculo y de incidir en los huecos de la matriz tallada, es decir, en los espacios en blanco, produciendo un relieve en la estampa.

Representan otro de los factores de importancia en la estampación, pues también depende de ellas, de su correcta colocación, de su calidad, de su desgaste, de los deterioros que puedan tener, el que la impresión de la imagen grabada sobre la matriz pueda ser transferida correctamente.

- **FIELTROS:** Normalmente utilizaremos fieltros, ya que constituyen el material idóneo por su gran compacidad, suavidad y flexibilidad. Se venden en varios grosores y anchos y se suelen

---

<sup>209</sup> v. J.C. Ramos Guadix, *Técnicas aditivas en el grabado contemporáneo*. Servicio de Publicaciones Universidad de Granada. 1992. pp. 110-111.

emplear en número de 2 a 3, estando el más fino (de aproximadamente 2 mm de espesor) en contacto con el papel y cuya misión es recoger la cola del papel para proteger a la manta situada sobre ella<sup>210</sup>. Una manta de 4 a 5 mm de grosor, es la que realmente presiona el papel para que recoja el depósito de tinta de la matriz; sobre ella puede, opcionalmente, colocarse una tercera que será de menor grosor. Los fieltros deben conservarse limpios y esponjosos por lo que, después de realizar una tirada de unas 50 o 60 estampaciones, conviene dejarlos unas cuantas horas en remojo con agua fría, para que pierdan la cola que han ido adquiriendo en los contactos sucesivos con el papel mojado. A continuación se tienden, sin que se arruguen, y se dejan secar.

- GOMA ESPUMA. En grabado en relieve, tanto en el sustractivo como en el aditivo, son de gran utilidad otro tipo de mantas: las de goma espuma, de alrededor de 3 cms de grosor, sobre las que se coloca el fieltro grueso, y que sirven para acentuar en la estampa, las irregularidades de la matriz y también para proteger a los fieltros de las mismas pues, si la presión es elevada, podrían deteriorarlos.
- LÁMINAS DE POLIURETANO. Un tercer tipo de mantas apropiado para el grabado en relieve sustractivo son las planchas de poliuretano, materiales con una gran flexibilidad, por lo que no se deforman con la presión y se adaptan muy bien a las irregularidades de la plancha. Su mantenimiento y limpieza son muy fáciles y pueden ser adquiridos en varios grosores y anchos. Igualmente, se puede emplear otro material plástico, conocido comercialmente con el nombre de *Skai*<sup>211</sup>.

<sup>210</sup> *Ibíd*em, p. 111.

<sup>211</sup> v. C. Sáez del Álamo, *Aportaciones al grabado a color en talla a través del proceso de la zieglerografía*. Caja de Ahorros de Vizcaya, Bilbao, 1989, p. 108.

#### VI.2.4. El papel como soporte de la estampa

El soporte es la materia dúctil que posibilita el reporte, y desde este punto de vista existe una pluralidad de soportes que pueden ser válidos para la estampación. Sus características fundamentales: elasticidad y maleabilidad, grosor, resistencia a la presión, homogeneidad superficial, tonalidad y cromatismo. Todas estas cualidades las reúne el papel, por lo que se convierte en el soporte idóneo para recibir la imagen impresa, aunque también existen otros materiales que, manejados de manera adecuada, pueden igualmente servir como soporte. De sus características depende muchas veces la calidad de una estampación e incluso su perdurabilidad.

El papel es un material poroso, constituido esencialmente por un aglomerado de fibras de celulosa a las que se le añade determinadas sustancias, tales como cargas, gomas y resinas, colorantes y materias sintéticas, que le conferirán las características particulares de cada tipo de papel.

A grandes rasgos, podemos diferenciar varios tipos de papel según su elaboración:

- **Papel hecho a mano**, hecho de forma totalmente artesanal, hoja por hoja, con distribución de fibras al azar en todas direcciones, barbas a los cuatro lados y ligeras variaciones de gramaje. Suele proceder de tejidos de algodón y pasta de papel.
- **Papel de fibras naturales**, se suele llamar así a las de algodón, lino, yute, ramio, cáñamo, sisal, etc. Proceden de plantas que tienen una vida de uno o dos años, con un contenido alto en celulosa y muy bajo en materias ácidas (ligninas). Dan lugar a papeles fuertes y resistentes al paso del tiempo, a los ácidos y a la polución.

- **Papel japonés**, realizado a mano con materias primas vegetales autóctonas: hojas de morera, kodsu, gampi, mitsumata, etc, plantas con fibras muy largas que dan lugar a un papel de gran calidad, flexible y de una extraordinaria resistencia a la tracción. No suelen llevar encolado.

- **Papel de arroz**, nombre popular que se le da a determinado tipo de papel japonés. Es el papel hecho de restos de arroz, de un blanco brillante, muy delicado de trabajar y conservar y hoy día no se produce prácticamente.

- **Papel de China**, su materia prima es la corteza de bambú. Extremadamente suave y blando, de tonalidad amarillenta y aspecto traslúcido. Sus largas fibras largas lo convierte en un papel de gran resistencia, a pesar de su delgadez. La estampación con este papel requiere muy escasa presión, pues debido a su finura es posible destacar hasta el más fino detalle.

- **Papel industrial**, es el que se fabrica en máquinas a base sobre todo de madera. Esta suele tener ácidos lo mismo que las colas utilizadas. Al humedecerse, alarga más en el sentido de fabricación o dirección de la fibra, determinada por el modo en que la bobina de papel pasa por la máquina, ya que las fibras se asientan en esa dirección. Podemos citar entre los más comunes, el papel satinado, couché, granulado, verjurado, sin cola o semicola, supercalandrado.

- **Papel hecho a la forma redonda**, o falso papel hecho a mano, si bien tiene barbas a los cuatro lados, se realiza en máquinas que van produciendo hoja por hoja; tiene sentido de fabricación y se comercializa en diferentes gruesos o gramajes. Uno de los más utilizados en grabado es el "Super Alfa" de la casa *Guarro*.

El papel para grabado en relieve debe reunir determinadas condiciones en cuanto a resistencia, flexibilidad y estabilidad; aspectos que son consecuencia de la naturaleza y del largo de sus fibras. Su elección debe hacerse en función del tratamiento gráfico de la matriz, pues un grabado de línea fina, por ejemplo, no necesita el mismo soporte que un gofrado, el primero necesitará un papel suave y ligero y el segundo un papel pesado, resistente y elástico. Debemos tener en cuenta también el espesor de la matriz y si éste es elevado el papel deberá ser más resistente.

Los papeles de grabado se utilizan muchas veces en húmedo. Deberán ser muy absorbentes, permeables y poco encolados, resistentes a la tracción y a la compresión cuando están húmedos y que, al secarse puedan regresar a su condición anterior. No es indispensable que sean muy gruesos. La pasta de trapos es la que más resiste el mojado. Hay papeles finos como el de China y Japón, que son extremadamente absorbentes y por este motivo no necesitan ser dejados en remojo sino sólo humedecidos simplemente con una esponja o bien empleados en seco.

Un papel es más o menos absorbente según la constitución de su pasta, su encolado y su *couchage*, es decir, que es apto para recibir una mayor o menor cantidad de aceite o de agua. La permeabilidad es la mayor o menor aptitud de un papel para dejarse atravesar por los líquidos; una permeabilidad demasiado grande provoca una transparencia que deja ver la impresión por el dorso del papel. La porosidad está en relación con la irrigación de su estructura fibrosa y es responsable de la permeabilidad al aire y a los líquidos. Por otra parte, un papel contiene una cierta cantidad de elementos ácidos, que no deben sobrepasar una determinada proporción, pues un papel ácido presenta dificultades de secado, en particular sobre prensa mecánica. Los papeles más satinados son generalmente los más ácidos.

La *imprimibilidad*, o aptitud a la impresión de un papel, es un conjunto de características que hacen que éste sea apto para recibir de manera

correcta la tinta de impresión. Por una parte, depende de la forma en que la tinta sea depositada en la superficie del papel, es decir, del procedimiento de impresión utilizado. Puede hacerse una segunda distinción que considera la naturaleza del papel, ya que sus características dependen de su composición fibrosa, fabricación, tratamiento superficial, etc. La cuestión planteada es conocer cuál tiene la influencia mayor para que el papel acepte la impresión.

De todo lo expuesto podemos elaborar una clasificación de características en siete categorías: estado de la superficie, solidez de la superficie, absorción y porosidad, pH, estabilidad dimensional, propiedades ópticas y transparencia de la tinta.

1. El **estado de la superficie** de un papel se caracteriza porque ésta sea lisa o rugosa, así como por su flexibilidad. La superficie del papel influye bastante en el aspecto final de la impresión, si es irregular o con mucho grano producirá indefinición en la imagen. Es por ello que en grabado en relieve, por lo general, es preferible una superficie lisa y escaso grano para registrar bien la imagen.
2. Por **solidez de la superficie** entendemos la resistencia opuesta por el papel a la separación de partículas superficiales bajo diferentes acciones. El término *repelado* lo aplicamos cuando hay extracción de partículas adherentes al soporte, partículas fibrosas o minerales. El *piquetado* es la extracción de pequeños elementos aislados procedentes de su capa (aplicado sobre todo en papel estucado). El *arrancado* es una extracción importante de la superficie (separación del soporte y la capa)<sup>212</sup>.
3. La **absorción y porosidad** o impregnación de las tintas al papel, son propiedades que están ligadas entre sí. Las propiedades de absorción dependen del encolado, que se opone a la penetración de líquidos, y es

---

<sup>212</sup> v. AA.VV., *Relaciones tinta-papel*. Publicaciones Offset, Barcelona, 1970, p. 33, capítulo: características del papel, M. Loic Cahierre.

interesante también conocer la microporosidad y la macroporosidad, o sea, la existencia de pequeñas o grandes cavidades en su superficie. Los papeles poco encolados admiten tintas muy fluidas que penetran con facilidad en los poros abiertos, los papeles más absorbentes admiten tintas fluidas y transparentes, mientras que en los satinados las tintas deben tener un buen poder de recubrimiento.

4. El **pH**, mide el grado de acidez del papel en una solución acuosa, su concentración en iones de hidrógeno (1 gramo de papel sumergido durante 1 hora en 50 ml de agua destilada). El grado de acidez de un papel repercute en su duración, siendo más percederos los más ácidos. En general, el pH del papel oscila entre 4'5 y 8'5<sup>213</sup>.
5. La **estabilidad dimensional** hace referencia a que la fibra del papel se deforma, hinchándose por la absorción de agua y contrayéndose con el secado; esta variación aumenta o reduce sus dimensiones. Además, ante variaciones hidrométricas del aire la hoja de papel se abarquilla.

Su estabilidad dimensional dependerá de la composición de sus fibras, de los aditivos y del proceso para su fabricación, especialmente el refinado y el secado. Por ser un material anisotrópico y debido a la diferencia de alargamientos, su variación dimensional será mayor en la dirección transversal -contrafibra- que en la longitudinal -fibra-.

6. Las **características ópticas** que podemos considerar son el color, el brillo y la opacidad. La blancura o el color superficial del papel interviene en los efectos cromáticos de la obra.

---

<sup>213</sup> v. F. Astals, *Características y propiedades del Papel*, Conferencia en el VII Talleres de Papel, Museo Molino papelero de Capellades (Barcelona) 1991, pp. 13 y 17.

7. La **transferencia de la tinta** la apreciamos por medio de la relación (expresada en porcentaje) entre la cantidad de tinta transferida al papel y la depositada sobre la plancha de impresión.

Las técnicas de grabado en relieve sustractivas poseen una mayor versatilidad en el uso de los papeles, desde los muy satinados como los couchés hasta los muy absorbentes. Según el papel que se emplee podrán variar los factores que intervienen en el proceso de estampación, es decir, la humectación (en algunos casos sólo se podrá hacer en seco), el entintado, con un mayor o menor aporte de tinta y la presión.

A pesar de esta versatilidad, se suelen emplear más los de superficie lisa, normalmente calandrados, blandos, flexibles y absorbentes, que garantizan una mayor regularidad en la impresión. No son necesarias fibras largas, aunque sí un ligero apresto en masa que regule la absorción de las tintas<sup>214</sup>.

El empleo de papeles de superficie lisa, blandos y flexibles, puede favorecer la nitidez de la imagen si se trata de trabajos de talla muy finos, pues registrará mejor estos detalles. Los papeles japoneses son muy apropiados para el grabado en relieve sustractivo, ya que son poco encolados, blandos, de fibra larga y con buena estabilidad dimensional. Este tipo de papel requiere un estricto control en la humectación y en muchos casos se emplearán en seco o débilmente humedecidos.

---

<sup>214</sup> v. R. Viñas, *Estabilidad de los papeles para estampas y dibujos*. Tesis Doctoral, Facultad de BB.AA. Universidad Complutense de Madrid, 1995, p. 200.



### VI.3. OBSERVACIONES SOBRE PROCEDIMIENTOS INDUSTRIALES Y TECNOLOGÍA DIGITAL EN EL GRABADO EN RELIEVE

Para el artista, los métodos industriales de reproducción gráfica representan una posibilidad más a tener en cuenta en lo que se refiere a la búsqueda de nuevas soluciones formales, mediante la utilización de maquinaria y procesos propios de la industria de las artes gráficas, y en la que destaca por su interés la incorporación de los cada vez más complejos e integrados sistemas informáticos de creación gráfica y las distintas posibilidades para su reproducción.

En este sentido, el grabado en relieve siempre se ha desarrollado paralelamente a los métodos industriales de reproducción, y más concretamente ha guardado una estrecha relación con la imprenta; ha significado su origen, pues la xilografía y los tipos de imprenta se hallan unidos por el mismo principio técnico<sup>215</sup>, e igualmente ha participado de su desarrollo y evolución hasta nuestros días. A continuación indicaremos algunos de estos procesos industriales que pensamos pueden tener interés para ser aplicados en los procedimientos del grabado en relieve sustractivo, si bien sólo constituyen una iniciación a otros trabajos de investigación.

El *procedimiento tipográfico* de impresión, que consiste en depositar una fina capa de tinta en las áreas en relieve y transferirla al papel mediante presión por una máquina plana, planocilíndrica o rotativa<sup>216</sup>. La forma

---

<sup>215</sup> Aunque creemos que la imprenta se pudo afianzar también a consecuencia del desarrollo de la metalurgia durante el siglo XV y de que los tipógrafos no procedían del grabado en madera sino que eran fundamentalmente orfebres.

Estos procedimientos de las artes gráficas, que en los primeros tres siglos de su existencia fueron totalmente artesanales, pasaron en el siglo XIX a mecanizarse: la composición de tipos dejó de realizarse de forma manual y se sustituyó la prensa por maquinaria plano/cilíndrica y más tarde por la rotativa.

v. G. Fioravanti, *Diseño y reproducción*. Gustavo Gili, Barcelona, 1988, p. 23

<sup>216</sup> v. J.W. Burdeu, *La fotorreproducción en las Artes Gráficas*. Edebé, Barcelona, 1978, p. 344.

tipográfica, o base metálica que incluyen las matrices de impresión, madera o linóleo clavado sobre una superficie de madera cuyo conjunto de la altura tipográfica, fotograbados combinados con tipos móviles, planchas duplicadas obtenidas por estereotipia<sup>217</sup> o por medio de planchas de fotopolímero.

Los *procedimientos fotomecánicos*, hoy en día de empleo generalizado, han supuesto un gran avance en el ámbito de la reproducción industrial, sustituyendo la complicada preparación de las matrices para los diferentes procedimientos de impresión por sistemas fotográficos que implican mayor ahorro de tiempo y de material, además de una mejora en la calidad. La fototipografía o *fotograbado* prepara los grabados para su estampación tipográfica, permitiendo llevar a cabo un proceso de obtención de una imagen en relieve sobre una plancha sensibilizada. En la actualidad, el fotograbado ya se considera como una de las técnicas integradas dentro de la obra gráfica original.

El proceso de obtención de la matriz fotográfica en relieve o *clisé* es el siguiente: el negativo fotográfico de la imagen original es transferido a una plancha que puede ser de cinc, cobre, magnesio o plástico, recubierta por una sustancia fotosensible que será expuesta a la acción de una fuente luminosa. La luz se filtra por los espacios libres del negativo, endureciendo la superficie expuesta, por lo que cuando a continuación se la someta a la acción de una solución de ácido (normalmente ácido nítrico y cloruro férrico) se corroerán las partes de la placa no expuestas a la luz, quedando en relieve el resto. Podríamos considerarlos pues como procedimientos que combinan la fotografía, la óptica y la química.

---

<sup>217</sup> La obtención de duplicados para la impresión tipográfica mediante un molde de la superficie en relieve original, se lleva a cabo mediante la *matriz de estereotipia* (hoja de cartón especial humedecido) que se colocará sobre dicha superficie y se someterá a una presión para realizar la impresión, que será en negativo. Posteriormente, se llena la matriz de una aleación de metal fundido que, al solidificar, dará lugar a un duplicado del original. Los estereotipos pueden ser también de caucho u otro plástico flexible y los moldes de baquelita.

v. D. Bann, *Manual de producción para Artes Gráficas*. Tellus, Madrid, 1988, p. 65.

Uno de los procedimientos de impresión del fotograbado en relieve es la *flexografía*, cuya matriz es un clisé de caucho u otro plástico flexible, que recibe el nombre de *fotopolímero* (plástico fotosensible). El material de la plancha lleva un revestimiento fotosensible que se expone a través del negativo, la luz endurece la zona de la imagen y el fondo, que permanece blando, es disuelto con agua dejando la imagen en relieve.

La *tipografía offset* o también llamada *offset seco*, es una versión del proceso *offset* que se realiza sin humectación. La plancha está formada por una capa fotosensible (parte impresora) y una capa de silicona (parte no impresora) sobre un soporte de aluminio<sup>218</sup>, con la superficie ligeramente en relieve. La impresión de la plancha se realiza sobre una mantilla de caucho y la imagen se transfiere luego al papel.

Como acabamos de ver, también en estas técnicas de reproducción industrial se ha buscado un tipo de material alternativo al habitualmente empleado como matriz, el metal, recurriendo a materiales que han demostrado gran versatilidad de uso en diversos campos, como son los plásticos.

Otra vertiente más a considerar dentro de las posibilidades de realización de sistemas de reproducción gráfica es la *tecnología digital*. En estos procedimientos, la stampa se origina mediante la información generada a partir de una imagen previa digitalizada o por medio de su creación mediante programas de diseño gráfico, y la obtención de dicha stampa puede ser a partir de una película fotográfica o bien por medio de la información transmitida por el ordenador a la impresora. En el primer procedimiento, que podríamos llamar tradicional, se obtiene una película fotográfica desde el ordenador, que generará un fotolito, mediante el cual y con el uso de los medios usuales de impresión obtendremos la stampa.

---

<sup>218</sup> v. P. Durchon, *Imprimer en couleurs*. Le Moniteur, París, 1993, pp. 124-125.

Los ordenadores suponen pues un cambio radical, tanto en lo que se refiere a la creación de la matriz como a la consecución de la estampa. La matriz en tal caso es virtual, ya que se trata de la información registrada en un archivo digital y que podemos modificar de forma constante. En cuanto a la obtención de la estampa, una de las mayores ventajas existentes en la actualidad es que se puede transmitir toda esta información a través de las redes informáticas o almacenarlo en discos compactos, facilitando su reproducción.

Otros nuevos métodos son los *sistemas de exploración fotoeléctrica*, que consisten en grabar una plancha, bien sea de metal, plástico o madera, por exploración del original mediante la cabeza exploradora de un *escáner*. Este contiene fotocélulas que miden la intensidad de la luz reflejada en el original, y cuyo voltaje controla la profundidad del grabado que efectuará la cabeza grabadora en la superficie de la plancha<sup>219</sup>.

Por último, considerar como una forma más de actuar y de facilitar el trabajo de talla sobre la matriz gráfica a la *pantografía*, de uso común en el grabado y marcaje de textos o dibujos en placas de identificación, señalización, objetos..., tanto en formas planas como cilíndricas, y que ha incorporado también programas informáticos de tratamiento de textos y de diseño gráfico, con los que se logran imágenes de alta resolución y de excelente calidad de reproducción. Ajustando los parámetros de profundidad de grabado, inclinación y superficie a grabar (en hueco o en relieve) a periféricos denominados *mesas de grabado*, se incide en el soporte mediante una cabeza grabadora con accesorios de fresas o también mediante su exposición a un rayo láser, controlado por lentes y con un desplazamiento de ejes tipo *plotter* (trazadora para impresión de planos).

---

<sup>219</sup> v. J.W. Burdeu, 1978, *op.cit.*, p. 337.



## VII. ENSAYOS PARA LA CREACIÓN DE LA MATRIZ

Una vez realizado el estudio técnico de las características y propiedades de los materiales susceptibles de ser utilizados como matriz en el grabado en relieve sustractivo, en este capítulo vamos a delimitar el campo de actuación, en cuanto a la elección de dichos materiales y al empleo del instrumental adecuado para su conversión en matriz, indagando en el potencial que puede desprenderse del manejo de materiales alternativos frente a los tradicionalmente empleados. De estos métodos tradicionales daremos cuenta como apoyo en las fichas de los distintos materiales analizados, de esta forma se plantea un trabajo sistemático que permitirá comparar los resultados alcanzados en cada uno de ellos.

Dentro de la amplia gama de productos comerciales existentes en la actualidad, se considera necesario que para nuestra investigación se reconozcan de acuerdo con una serie de pautas, esto es, que se denominen bien por el material que lo compone o mediante su denominación comercial, su formato y la adecuación de su superficie para la talla, consideraciones éstas que manifiestan las líneas seguidas para catalogar los materiales objeto de nuestra investigación.

Se han seleccionado y empleado cuarenta y cuatro materiales diferentes y hemos confeccionado treinta y dos fichas del comportamiento de todas ellas. Dichos materiales han sido, como punto de partida, los utilizados tradicionalmente para estas técnicas: maderas naturales de diferentes tipos

(duras y blandas, de textura homogénea y veteadas, talladas a fibra y a contrafibra) y materiales que hoy en día se fabrican y están disponibles comercialmente a modo de planchas de diferentes dimensiones, tableros, losetas y laminados: maderas transformadas y regeneradas, linóleo y plásticos.

Se podía haber ampliado el número de materiales, tales como el cartón y la creación de matrices mediante moldes de yeso y caseína, pero como ya se determinó desde un principio en el razonamiento de nuestro estudio, las posibilidades de dichos materiales difieren de dicho planteamiento, además de haber sido analizados en otros trabajos de investigación.<sup>220</sup>

Un paso previo será unificar el formato para estas planchas. Los materiales empleados se consiguieron en formas y tamaños muy dispares, procedentes tanto de muestras de marcas comerciales, como en el caso de las losetas vinílicas y linóleos, en tiendas especializadas en plásticos laminados así como en almacenes de madera para los tableros. Por todo ello, hemos examinado el instrumental de corte apropiado para cada caso.

El siguiente paso lo constituye la preparación previa de la superficie de los materiales, en aquellos en los que sea aconsejable, fundamentalmente en los más porosos (madera maciza y maderas transformadas). En ellos se lija la superficie con una lijadora orbital, con el fin de volverla más lisa. Aunque las comercializadas ya suelen venir lijadas, es importante que queden perfectamente pulidas para mejorar el entintado y posterior estampación de la matriz. Asimismo, en los materiales no porosos (laminados plásticos) no se necesita preparación alguna de la superficie, tal vez con el lijado previo en los más satinados se retenga más la tinta.

---

<sup>220</sup> v. A. Alcaraz Mira, *Matrices tradicionales, nuevas y experimentales en grabado. Su incidencia en la evolución y función de la estampa*, Tesis Doctoral, Facultad BB.AA. de Valencia, 1996.

v. J.C. Ramos Guadix, 1992 op.cit., pp. 52-55.

v. R. Mayer, 1985, op.cit.

En esta fase experimental, todos los materiales han sido grabados con cada uno de los procedimientos descritos, sin obviar ninguno de ellos, pese a que el resultado obtenido fuese previsiblemente negativo. Consideramos necesaria la comprobación de la incidencia de los diferentes medios empleados que, en algunos casos, puede ser nula, en otros no ser muy apreciable en cuanto a que el procedimiento podría ser sustituido por otro más fácil con similares resultados y, por el contrario, en otros muchos resulta plenamente satisfactorio, tanto desde el punto de vista técnico como de la creación artística.

Se han realizado tres procedimientos básicos para grabar sobre los materiales descritos. Estos han sido los siguientes:

1. Procedimientos mecánicos, que incluyen el uso de gubias (en U y en V), buriles (de sección triangular y de velo) y grabador eléctrico con diferentes accesorios (fresas de acero y de wolframio, muelas de óxido de aluminio y de carburo de silicio, cepillos de alambre y de cerda).
2. Procedimientos térmicos, con el empleo de un soldador serie lápiz, usado como un pirograbador<sup>221</sup>, así como la aplicación de llama directa de fuego sobre la superficie.
3. Procedimientos químicos, con la utilización de los siguientes disolventes y ácidos: acetona, cloroformo, tricloroetileno, metanol, petróleo, sosa cáustica y ácido nítrico.

Antes de pasar a los comportamientos observados, creemos necesario advertir sucintamente de las precauciones que hay que tener presente a la hora de trabajar con estos instrumentos y de los peligros para la salud y el medioambiente que algunos comportan<sup>222</sup>.

---

<sup>221</sup> El objetivo buscado en este procedimiento es encontrar un tipo de grafismo que le diferencie de otros, y no el contraste tonal característico del *Pirograbado en madera*, por lo que técnicamente el soldador eléctrico es asimilable a este procedimiento.

<sup>222</sup> Como normativa aplicable en este sentido, citar en la actualidad como legislación aplicable transpuesta de la Unión Europea al Derecho español la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre prevención de



Las mezclas pulverulentas y los humos de la combustión son nocivas para el sistema respiratorio del hombre, pues las partículas tenues tienden a flotar en suspensión en el aire, son aspiradas por quien las manipula y quedan depositadas en sus pulmones. Además, ciertas materias desprenden gases nocivos para la salud que han de evacuarse por medio de campanas extractoras<sup>223</sup>.

En los ácidos y disolventes la intoxicación se produce, generalmente, por dos vías de introducción en el cuerpo humano: por los pulmones o por la piel; dependiendo estrechamente de su constitución química, grado de concentración y tiempo en el que se ha estado expuesto, puede llegar a provocarnos una intoxicación crónica, con dermatitis, disminución de agudeza visual, incluso lesiones hepáticas y cardíacas. A continuación detallaremos los posibles efectos de algunas de las sustancias utilizadas en nuestra investigación y de las medidas de prevención que se deberán extremar durante su manipulación.

---

riesgos laborales y el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (B.O.E. núm. 104 de 1 de mayo de 2001).

Asimismo, indicar que El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales se dedica, entre otras líneas de actuación, al estudio e investigación de la situación y tendencias de la seguridad y la salud en el trabajo en España y la Unión Europea, y aporta elementos de ayuda para la mejora de las mismas.

Una interesante guía es la editada por la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales de la Federación de Servicios del Sindicato UGT titulada "Guía de tintas y disolventes" en el sector de artes gráficas (Depósito legal M-54845-2001), en el que además de identificarlos y citar los peligros existentes por su combustión, volatilidad y explosión, se pormenorizan los riesgos para la salud y se citan propuestas preventivas para el entorno de trabajo.

Por último, en el apartado medioambiental, el "Libro Blanco de Minimización de Residuos y Emisiones en el sector de Artes Gráficas" elaborado por la Sociedad Pública de Gestión Ambiental IHOBE, S.A. perteneciente al Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco, que aunque va dirigido a la impresión offset, es un acercamiento al tratamiento de residuos (papel, tintas y disolventes) y su reducción.

<sup>223</sup> v. R. Ferrer, 1951. op.cit., p. 286.

<p><b>acetona:</b> El vapor de la sustancia irrita los ojos y el tracto respiratorio. Puede causar efectos en el sistema nervioso central, el hígado, el riñón y el tracto gastrointestinal. El líquido desengrasa la piel.</p>		
	<b>SINTOMAS</b>	<b>PREVENCION</b>
• INHALACION	Salivación, confusión mental, tos, vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, dolor de garganta.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.
• PIEL	Piel seca, enrojecimiento.	Guantes protectores.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor, visión borrosa. Posible daño en la córnea.	Gafas de protección de seguridad o pantalla facial. No llevar lentes de contacto.
<p><b>cloroformo:</b> Irrita los ojos. Puede causar efectos en el corazón, el hígado, el riñón y en el sistema nervioso central, dando lugar a una pérdida del conocimiento. Posiblemente carcinógena para los seres humanos.</p>		
	<b>SINTOMAS</b>	<b>PREVENCION</b>
• INHALACION	Tos, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.
• PIEL	Enrojecimiento, dolor.	Guantes protectores y traje de protección.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.
<p><b>tricloroetileno:</b> Irrita los ojos y la piel. La ingestión del líquido puede originar aspiración dentro de los pulmones con riesgo de neumonitis química. Puede causar efectos en el sistema nervioso central. La exposición podría causar disminución de la consciencia. Puede afectar al hígado y al riñón. El consumo de bebidas alcohólicas aumenta el efecto nocivo. La alerta por el olor es insuficiente. No utilizar cerca de un fuego, una superficie caliente o mientras se trabaja en soldadura.</p>		
	<b>SINTOMAS</b>	<b>PREVENCION</b>
• INHALACION	Vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, debilidad, pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.
• PIEL	Piel seca, enrojecimiento.	Guantes protectores.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas de protección de seguridad.
<p><b>tolueno :</b> Irrita los ojos y el tracto respiratorio. A altas concentraciones puede producir arritmia cardiaca, pérdida del conocimiento y muerte. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a desórdenes psicológicos y dificultad en el aprendizaje. La experimentación animal muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana (mujeres embarazadas evitarlo).</p>		
	<b>SINTOMAS</b>	<b>PREVENCION</b>
• INHALACION	Vértigo, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas, pérdida del conocimiento.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.
• PIEL	Piel seca, enrojecimiento.	Guantes protectores.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad o pantalla facial.
<p><b>metanol:</b> Irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La exposición por ingestión puede producir ceguera y sordera. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, dando lugar a dolores de cabeza persistentes y alteraciones de la visión.</p>		
	<b>SINTOMAS</b>	<b>PREVENCION</b>
• INHALACION	Tos, vértigo, dolor de cabeza, náuseas.	Ventilación. Extracción localizada o protección respiratoria.
• PIEL	Piel seca, enrojecimiento.	Guantes protectores y traje de protección.
• OJOS	Enrojecimiento, dolor.	Gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria.

Tabla 21, (fuente: International Chemical Safety Cards ICSC - INSHT)

En general, los alcoholes y las acetonas suelen ser mucho menos tóxicos que los derivados halogenados o los hidrocarburos aromáticos. Los hidrocarburos alifáticos, tipo gasolina, son débilmente tóxicos, pero como incorporan mezclas de plomo-tetraetilo, constituyen un veneno peligroso. El metanol es el más tóxico de todos los alcoholes, lo mismo por inhalación que por absorción cutánea. Las cetonas son poco tóxicas pero narcóticas e irritantes en ojos y garganta, en fuertes concentraciones. Por último, el cloroformo y el tricloroetileno son igualmente narcóticos y nocivos<sup>224</sup>.

Por otra parte, cuando los vapores de un líquido volátil inflamable se diluyen en un cierto volumen de aire, existe un intervalo de concentración de estos vapores, en el cual una llama, una chispa eléctrica o cualquier elevación térmica es capaz de provocar una explosión. Incluso en algunos disolventes basta con que la mezcla se eleve a una temperatura suficiente para que espontáneamente se inicie la combustión<sup>225</sup>.

Por todo ello, deberemos tomar las medidas de prevención adecuadas y disponer de un lugar de trabajo con un sistema de ventilación apropiado, para evitar la acumulación de los humos de combustión, del polvillo del aserrado o del grabador eléctrico, así como de los gases tóxicos de ácidos y disolventes, procurando extremar nuestra protección durante estos procesos mediante una mascarilla, e incluso con gafas o guantes. Además, si el taller está situado en áreas destinadas para viviendas, evitaremos en lo posible que se produzca contaminación exterior, tanto acústica como de emanaciones tóxicas.

---

<sup>224</sup> v. L. Blas, 1950, *op.cit.*, pp. 48-50.

<sup>225</sup> *Ibíd.*, pp. 63-69.

## VII.1. PROCEDIMIENTOS MECÁNICOS

Los procedimientos mecánicos han sido los usados tradicionalmente en el grabado en relieve sobre madera y siguen siendo los predominantes a la hora de conformar una matriz para estas técnicas. No obstante, existe una clara adecuación de unas técnicas de talla sobre otras según el material del que se trate y dependiendo de los planteamientos plásticos que se requieran. En las maderas, el tipo de corte implica la elección de un determinado tipo de herramientas de tal forma que, en las cortadas a fibra, serían las gubias, y en lo que respecta a las cortadas a contrafibra, los buriles. Dichas diferencias han resultado positivas para la incorporación de nuevos materiales que siguieran estas formas de actuación y respondieran a idénticos planteamientos. En este sentido, dieron un resultado efectivo todos los materiales que hemos analizado.

Las gubias permiten su uso sobre casi todos los materiales, excepto en los muy duros (madera de ébano, metacrilato y policarbonato), en los que es más aconsejable emplear instrumental eléctrico con sus diferentes accesorios.

En la madera, la fibra constituye un factor determinante que va a condicionar totalmente el proceso de grabar, dificultándolo o facilitándolo. Las vetas y nudos de algunas maderas macizas y contrachapados representan zonas de mayor dureza, que conllevará una mayor resistencia al paso de las herramientas y tendencia a astillarse.

A veces, este problema es secundario si lo que se desea es potenciar la textura de estas maderas de veteado marcado. Pero si, por el contrario, se busca una textura homogénea, se optará por materiales tales como los tableros de fibras, el linóleo y los plásticos que no sean de gran dureza. En este sentido, los más recomendables son el PVC espumado, el PVC para revestimientos vinílicos, el polietileno, el caucho y el poliéster.

El empleo del buril nos va a ofrecer los mejores resultados en las maderas duras, homogéneas y compactas, que han sido cortadas a contrafibra, pues en este tipo de corte se elimina el veteado de la madera y con ello se facilita la incisión al no interferir la diferencia de dureza que existe entre vetas y entrevetas.

Al trabajar con buril en las maderas macizas cortadas a fibra, se producen incisiones nítidas si se sigue la fibra de la madera (la viruta de madera que se forma al incidir a veces cuesta un poco de eliminar). En sentido contrario a la fibra, la herramienta se desliza muy mal y se forma una considerable rebaba que impide que la línea tenga una buena definición. Cuanto más dura sea la madera mejor se trabaja con el buril y forma menos rebaba al incidir en sentido contrario a la fibra. Aún así, el resultado obtenido con esta herramienta en las maderas talladas a fibra no ha sido plenamente satisfactorio, por lo que es preferible recurrir al uso de gubias y cuchillos.

En contrachapados, al tallarlos con buril en dirección contraria a la fibra, produce todavía más rebaba que en las maderas macizas a fibra. En los más duros como los de chapa de haya, se forma menos rebaba pero la incisión nunca es nítida.

Con tableros de fibras el conseguir una buena definición de la línea es imposible, pues se desmenuza totalmente. Igualmente con el aglomerado, excepto en el que lleva una chapa de melamina, en cuya superficie es posible realizar incisiones bastante finas, pero de muy corto recorrido, ya que resbala la herramienta.

Los plásticos más duros, sobre todo el metacrilato, nos ofrecen excelentes superficies para la incisión con buril, ya que esta herramienta requiere unas cualidades tales como homogeneidad, dureza y compacidad, que reúnen este tipo de plásticos, aparte de otra serie de ventajas como su transparencia, disponibilidad, bajo coste, etc. Otros materiales, no transparentes pero que han ofrecido resultados igualmente satisfactorios son

las resinas de melamina y la baquelita. Por las razones que acabamos de mencionar, los consideramos idóneos como sustitutivos del grabado en madera a contrafibra.

En cuanto al empleo del grabador eléctrico, ha resultado válido en todas las muestras, aunque variable según el accesorio utilizado. De todos ellos, ha sido la muela cilíndrica de óxido de aluminio y la muela de disco de carburo de silicio las que, a grandes rasgos, podríamos destacar como de mayor eficacia para la incisión. El empleo de la muela de óxido de aluminio cónica en las maderas se traduce en tallas mucho menos nítidas, más superficiales y con más rebaba que las obtenidas con la muela de óxido de aluminio cilíndrica. Cambia significativamente el tipo de línea obtenida según se use una u otra muela, sin embargo en los plásticos dicha diferencia no es relevante.

En el uso de fresas finas para el trazado de líneas, las de carburo de wolframio mostraron también más efectividad que las de acero. Para los plásticos se requieren velocidades más bajas, debido a que los termoplásticos tienden a fundirse en el punto de contacto. El corte se realiza con los laterales de la fresa, ya que la punta corta mal y produce vibraciones. Este efecto provocado por la vibración propia de la rotación del motor que está en contacto con la mano, puede evitarse con el uso de un brazo o cable extensible. Por otra parte, no debemos apretar demasiado al incidir para evitar que los accesorios se rompan con revoluciones altas.

Por último, incorporamos los cepillos como accesorios para texturar, siendo el de alambre el que más incide, sobre todo en maderas blandas, PVC espumado, poliestireno, metacrilato y revestimientos vinílicos. Respecto al cepillo de cerda, sólo repercute en el PVC espumado, poliestireno y metacrilato, dejando un área texturada.

Mencionar como otra posibilidad, aunque no desarrollada en este trabajo, la de desbastar el taco de madera mediante la aplicación en chorro

a presión de partículas abrasivas sobre las superficies reservadas, bien sea con plantillas o bien mediante sensibilización fotográfica<sup>226</sup>.

Esta técnica, denominada *fotoxilografía abrasiva*, consiste en utilizar como herramienta de corte un chorro de aire a presión con partículas abrasivas de grano seco (arena natural en distintas granulometrías y corindón). Estas partículas son proyectadas a través de una unidad de chorreo conectada a un motor-compresor sobre la matriz de madera. Se parte de una imagen fotográfica que se traslada a un soporte fotosensible, obteniendo un fotolito; a continuación se insola sobre la madera previamente sensibilizada (también es posible mediante un acetato fotocopiado). Se produce el *fotoendurecido* de las áreas positivas de la imagen expuesta, conformando la “máscara” reserva; las áreas no expuestas de la imagen negativa se diluyen en el medio acuoso del revelado, quedando la superficie de madera al descubierto. Es entonces cuando está la plancha preparada para desbastar estas zonas mediante el citado procedimiento abrasivo<sup>227</sup>.

## VII.2. PROCEDIMIENTOS TÉRMICOS

Así como en el apartado anterior abordábamos el modo de grabar en relieve sustractivo más habitual, a partir de procedimientos mecánicos, en esta fase planteamos una forma de actuación diferente, vinculada esta vez a la susceptibilidad al calor que poseen las resinas sintéticas termoplásticas. Análogamente, este procedimiento de grabar mediante calor lo iremos aplicando sistemáticamente al resto de materiales.

---

<sup>226</sup> F. Mardones, *Mecanismos procesuales*, Galería Amaste, 1999, p. 2. Desarrolla esta técnica con el proceso de la *fotoxilografía*, que consiste en transferir una imagen mediante una emulsión de serigrafía al taco de madera y tallarla mediante un chorro de aire a presión y abrasivos.

<sup>227</sup> AA.VV., *Grabado y Fotografía en la era digital*, Ayuntamiento de Huarte (Navarra), 2003, pp. 139-171.

El material empleado será un **soldador eléctrico** de punta fina, similar en uso al pirograbador. Los mejores resultados parecen darse en el poliéster, el poliestireno y el PVC espumado, en los que aparecen aspectos de especial interés, tales como grafismos peculiares y áreas texturadas.

En las maderas, un factor a señalar es la similitud en cuanto al tipo de incisión obtenido, con pequeñas variantes según trabajemos con maderas duras o blandas. Produce un trazo sinuoso, discontinuo, pues la resistencia de la fibra de la madera ocasiona que se concentre más el calor en unos puntos que en otros. Es mucho mayor la nitidez que se produce grabando en el sentido de la fibra que en sentido contrario a ella, por lo que da lugar a trazos discontinuos, con zonas de la incisión más profundas que otras. Sobre las maderas blandas resulta más fácil profundizar; sobre las duras la incisión apenas tiene profundidad, y menos aún si están cortadas a contrafibra. Si la textura de la madera es homogénea, aunque no sea blanda, la incisión es más regular pero superficial, sin diferencias acusadas en la talla en ambos sentidos.

Sobre tableros de fibras y tableros aglomerados se incide mal con el soldador, no hay regularidad en el trazo. Se acumula mucho más calor en unos puntos que en otros, produciendo un tipo de incisión marcadamente discontinuo. Asimismo, sobre linóleo la incisión térmica no es dificultosa pero ofrece algo de resistencia, consiguiendo tallas ligeramente rugosas, sin rebaba que se acumule en torno a ellas.

En general, sobre las maderas el empleo del procedimiento térmico no resulta interesante, en el sentido de aportación de aspectos plásticos y de fácil realización. Son los procedimientos mecánicos los que mejor resultado aportan sobre estos materiales.

Sin embargo, sobre los plásticos termoplásticos sí destacaremos el procedimiento térmico, tanto por los resultados obtenidos desde el punto de vista artístico como por la facilidad técnica a la hora de trabajar. Con ellos se pueden conseguir tanto tratamientos lineales con un marcado aspecto



texturado, como áreas texturadas logradas de forma rápida. En ciertos plásticos, como el poliéster y el poliestireno sobre todo, se consigue una marcada elevación de la superficie de la plancha en torno a las zonas incididas, lo que puede dar lugar a posibilidades creativas de estampación con el uso de rodillos blandos y duros.

No obstante, en los PVC para revestimientos vinílicos, el resultado de la aplicación de calor parece menos satisfactorio pues, por ser materiales blandos, al incidir con calor se desprende mucha rebaba de tipo gomoso que embota la punta y se acumula en unas zonas más que en otras. En definitiva, que la acción es menos controlable y no es fácil obtener trazos lineales continuos, ya que el material ofrece resistencia de carácter heterogéneo y de difícil previsión.

En cuanto a los plásticos termoestables (baquelita, Formica) y elastómeros (caucho y gomas) la incisión producida por el soldador es muy superficial, sobre todo en el caso de las resinas de melamina-formol y en las de fenol-formaldehído, y además se produce un intenso olor y humo tóxico, más en los cauchos y gomas.

Otra forma de aplicación de calor ha sido el empleo del fuego mediante la **llama directa** <sup>228</sup>, proyectándola sobre la plancha y haciéndola oscilar ligeramente durante unos segundos. Con este sistema no pretendíamos crear grafismos, como los obtenidos mediante el empleo del soldador, sino áreas texturadas en aquellas zonas alcanzadas por la llama.

Un material que da un resultado satisfactorio en este sentido es el PVC espumado, en el que se puede texturar la superficie, volviéndola más o menos rugosa según el tiempo de actuación de la llama y consiguiendo

---

<sup>228</sup> No hemos analizado en este procedimiento de llama directa la acción producida por un *soplete*, puesto que sólo se pretende contrastar las áreas texturadas creadas en pequeñas superficies en uno u otro material, sin llegar a la combustión. Esta llama concentrada que produce la acción de un soplete es más adecuada para el trabajo de grandes superficies y con espesores capaces de aguantar dicha combustión sin llegar a su total destrucción, conformando grandes formatos de matrices.

gradaciones tonales que plásticamente ofrecen un efecto interesante. Si la aplicación de la llama se realiza sobre una zona previamente tallada, las incisiones se expanden y los bordes se levantan y endurecen. Cuando se actúa sobre áreas extensas de la plancha, hay que tener cuidado de corregir la ondulación que se produce colocando inmediatamente algo de peso sobre ella.

El empleo de la llama directa sobre las maderas, en un primer momento ahuma la superficie, y conforme ésta se inflama, produce el resquebrajamiento del material, principalmente en las zonas de madera con vetas y más aún en contrachapados, en los que además se llegan a desprender las capas superficiales. En las maderas regeneradas, principalmente en los aglomerados, también se producen grietas y una ligera intensificación de la textura.

Otro aspecto logrado mediante el uso de llama directa es la **impresión de texturas** por calor, llevada a cabo en resinas sintéticas termoplásticas, únicos materiales que posibilitan este uso. El procedimiento a seguir es el siguiente: se coloca la plancha sobre la llama hasta su reblandecimiento y se coloca inmediatamente sobre ella los objetos que se quieren registrar, para aplicar acto seguido presión de forma manual.

Realizamos la prueba sobre polietileno de alta y de baja densidad, polipropileno, poliestireno, PVC espumado, metacrilato y poliéster. En el polietileno de alta y de baja densidad y en el poliestireno, la transferencia del objeto se consigue con poca nitidez. En el polipropileno pierde definición y se deforma la plancha al ser de fino espesor (0,8 mm). En el metacrilato, los detalles del objeto no se definen casi, los bordes no quedan nítidos sino redondeados. En el PVC espumado la huella se expande y queda indefinida. Finalmente, el material en el que mejores resultados se consigue es el poliéster, con una gran ductilidad; sobre él la impresión se registra con suma nitidez, con bordes y detalles fieles en extremo al objeto impreso.

Por último, hemos ensayado la **combustión sobre la superficie** de sustancias inflamables, para comprobar sus efectos en materiales plásticos. Quemando alcohol y acetona sobre distintas superficies se aprecia que, en un primer momento la llama expande el disolvente, y una vez concluida la combustión y en relación directa con su duración, el efecto sólo deja huella en los bordes del líquido inflamado, por lo que el resultado no es controlable e incluso peligroso si nos excedemos en el área de aplicación.

Otras sustancias que hemos utilizado para la combustión sobre la superficie han sido los pegamentos. Se aplicaron en determinadas zonas y fueron incendiados antes de que endurecieran, por ser su parte soluble volátil e inflamable. Se pretendía que dejara una textura granulosa o perforara el material plástico. El mejor pegamento resultó ser el de tipo universal, transparente e incoloro, porque respetaba los contornos realizados y se volatilizaba en gran parte, dejando una ligera capa áspera y muy texturada. Otros pegamentos, como los de contacto han formado mucho humo y dejado demasiados restos sin quemar, y el instantáneo dio un resultado similar al obtenido con la aplicación de disolventes de forma directa.

Según estos resultados y la comprobación de que no se produce apenas incisión, sino áreas muy texturadas que sobresalen de la superficie, parece más indicado destinar este tipo de materiales a las técnicas aditivas, sin combustión, en las que va a tener un mejor desarrollo y una menor peligrosidad a la hora de su utilización. Por otra parte, rechazamos en este mismo sentido los disolventes puros, por su difícil control de combustión.

### VII.3. PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS

Con el uso de los procedimientos químicos queremos comprobar la posible incidencia corrosiva o diluyente de una muestra de ácidos y disolventes sobre los materiales objeto de estudio, y su aportación a los

métodos de grabado en relieve sustractivo. Pretendemos probar si estos productos son idóneos para producir incisiones, texturar, reblandecer, horadar, si su acción es inmediata o retardada, si cada material necesita uno específico o una combinación para reforzar su intervención, y cualquier otra cualidad que deba ser tenida en cuenta para estos fines.

Si actuamos con un disolvente en un plástico concreto, y dependiendo de factores tales como la temperatura, el tiempo de acción y la proporción empleada, puede ocurrir que se diluya en éste y lo reblandezca, en el caso de que ya estuviera incorporado en la composición molecular del plástico, puede que se volatilice y lo deje quebradizo, o puede que no actúe por no ser afín<sup>229</sup>. Incluso si se aplica superficialmente a un área ya incidida por otros medios puede reducir su profundidad y eliminar las rebabas y las áreas texturadas.

En algunos casos destruyen las cualidades inherentes a los materiales de que se trate. En el caso de las maderas, si actuamos con ácidos sobre su superficie para resaltar la veta, lo que se logra es que pierdan gran contenido de humedad y se vuelvan quebradizas al secarse sus fibras. Otro tanto ocurre con las maderas regeneradas y su deterioro por la humedad. No obstante, con el entintado de la matriz y debido a la absorción de la grasa de la tinta, conseguimos preservarla de un rápido deterioro. De todo ello hablaremos más concretamente al analizar los trabajos experimentales.

Los disolventes y ácidos que hemos analizado su comportamiento son: acetona, cloroformo, tricloroetileno, tolueno, metanol, petróleo, sosa cáustica y ácido nítrico.

---

<sup>229</sup> Para la comercialización de gran parte de los materiales termoplásticos se les suele modificar con la incorporación de plastificantes específicos (disolventes, dilatadores, etc) que resaltarán las características básicas de la materia resinosa. La selección del plastificante conveniente es una cuestión de ensayos, y no hay reglas fijas sobre el particular. Los requisitos que deben cumplir son: mantener su plasticidad, una buena compatibilidad con el material a tratar, ser estables y no ejercer acción química alguna sobre éste que puedan perjudicar sus propiedades.

v. H. Barron, 1952, op.cit., p. 577.

La aplicación de estos productos se realiza en todos ellos mediante un pincel, previa dilución en el caso del ácido nítrico (concentración del 20%) y de la sosa cáustica (2 cucharadas por 1/4 de litro de agua). En determinados casos se sumergen las planchas en ellos por espacio de ocho horas, a temperatura ambiente, ya que al tratarse de productos volátiles como la acetona, su acción no puede ser tan eficaz si se aplica con un pincel.

Como puede resultar previsible, el efecto es mayor al estar sometidos a la acción de dichos productos por un espacio de tiempo considerable que con su aplicación directa con un pincel. Los cambios afectan fundamentalmente a la superficie, que se vuelve rugosa, aunque siga siendo brillante (metacrilato), pasa de ser transparente a ser opaca y mate (poliestireno), o en otros casos al absorber el disolvente aumenta el grosor del material y se hace más blando, sin modificar en absoluto su textura (PVC espumado). En el poliestireno, uno de los plásticos más afectados por los disolventes, sumergimos la plancha por espacio de 12 horas, con ello la convertimos en un material blando, flexible, mate, quebradizo, con su superficie totalmente arrugada, debido a la reacción.

El petróleo también lo aplicamos de este modo por espacio de doce horas, aunque en este caso no se produce incidencia alguna, como igualmente sucede con una solución fuerte de ácido nítrico (20%) si los introducimos por espacio de cuatro horas.

A continuación resumiremos brevemente la incidencia de estos disolventes y ácidos sobre los materiales objeto de estudio, aunque para más información nos remitimos más adelante en el apartado dedicado al comportamiento de los materiales según los diferentes métodos de actuación.

La mayor parte de los materiales experimentados no reaccionaron a corto plazo bajo el efecto de disolventes y ácidos; los que menos, las maderas

macizas, las transformadas y las regeneradas<sup>230</sup>. La mayoría de los plásticos tampoco, excepto en algunos termoplásticos como el poliestireno, el metacrilato, el poliéster y el revestimiento vinílico semiflexible Dalflex.

La acetona, el cloroformo y el tolueno son los disolventes de mayor incidencia y que más rápidamente actúan, aunque no ejercen acción alguna sobre maderas macizas, transformadas y regeneradas, así como tampoco en el linóleo, pero sí intervienen sobre el poliestireno, polipropileno, metacrilato y revestimientos vinílicos Dalflex, pues les dejan la superficie más rugosa.

El tricloroetileno no muestra ningún efecto en maderas ni en linóleo, actúa solamente en el metacrilato, en el revestimiento vinílico Dalflex y en el poliestireno.

El petróleo no interviene sobre ninguno de los materiales estudiados, lo mismo que el metanol (alcohol metílico).

El ácido nítrico actúa ligeramente sobre la madera maciza, madera contrachapada, tableros de fibras y aglomerados, en los que levanta la fibra de la madera. Si se frota con un cepillo de raíz, se acentúan las vetas, pues se produce un aceleramiento de la erosión.

La sosa cáustica solamente incide sobre los linóleos, en los que debe dejarse actuar por espacio de 4 a 10 horas, consigue texturar la superficie, volviéndola más rugosa, aunque no llega a profundizar apenas, aunque usemos una solución concentrada de esta sustancia. Recomendamos frotar previamente la superficie del linóleo con alcohol para eliminar cualquier recubrimiento de cera que pueda incorporar su superficie en su presentación comercial.

---

<sup>230</sup> La mayoría de los disolventes no afectan a las maderas por la grasa que contienen y que ejerce una acción protectora, para evitar que se resequen. Sin embargo, el uso de disolventes de tipo alcohólico (disolventes de rápida evaporación) sí resecan las maderas.

### VII.4. COMPORTAMIENTO DE LAS MATRICES EN RELACIÓN A LOS DIFERENTES MÉTODOS DE ACTUACIÓN

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS PARA GRABAR Y TEXTURAR	
<b>MECÁNICOS MANUALES</b>	<p><b>BURILES:</b> -De sección triangular. -De velo.</p>
	<p><b>GUBIAS:</b> Marca PFEIL</p> <p style="text-align: right;"><u>Tipos:</u> -Sección en v: L 12/1 -Sección en u: L 11/1 y L 7/10</p>
<b>MECÁNICOS ELÉCTRICOS</b>	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b> Modelo Multi 395 DREMEL. Potencia: 125 W. Velocidad en vacío (5 velocidades): 10.000-37.000 rpm, mangos 3'2 y 2'4 mm Ø.</p> <p><i>Accesorios: ↓</i></p> <p><u>Fresas:</u> -Semiesférica de acero, de 3'2 y 2'4 mm Ø. -De carburo de wolframio, de 3'2 mm Ø.</p> <p style="text-align: center;"><i>Se han empleado las fresas de tamaño más pequeño y a velocidad (2) y (4).</i></p> <p><u>Muelas:</u> -Cilíndrica de óxido de aluminio de 9'5 mm Ø. Velocidad (2) -Cónica de óxido de aluminio de 6'4 mm Ø. -De carburo de silicio en forma de disco 19'8 mm Ø.</p> <p><u>Cepillos:</u> -De alambre. Velocidad (2). -De cerdas.</p>
<b>TÉRMICOS</b>	<p><b>PIROGRABADOR:</b> Modelo JBC 40 S 230V LD (<i>soldador serie lápiz</i>) Potencia: 26 W. Punta: 1'5 mm Ø</p> <p><b>CALOR CON LLAMA DIRECTA:</b> (llama y combustión de pegamento sobre la superficie)</p>

## QUÍMICOS


- **Acetona** ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) Líquido volátil, inflamable, incoloro, de intenso olor, soluble en agua en todas las proporciones y miscible en casi todos los disolventes. Disolvente específico del acetileno e intermedio en la producción del metacrilato.
- **Cloroformo** ( $\text{CHCl}_3$ ) o triclorometano. Líquido incoloro, volátil, de olor característico. Utilizado durante mucho tiempo como analgésico, se dejó de usar como tal a causa de su toxicidad. Se emplea en la producción de alcoholes, obtención de refrigerantes, propulsantes, colorantes y plásticos de fluorocarbono.
- **Tricloroetileno** ( $\text{ClCH}=\text{CCl}_2$ ) Líquido denso, incoloro, volátil, insoluble en agua y con un olor que recuerda al del cloroformo, no inflamable. Tiene un gran poder disolvente de las grasas. En mezcla con el ciclohexanol puede disolver algunos tipos de acetatos de celulosa y mezclado con alcohol disuelve la etilcelulosa. Compuesto clorado de acción disolvente en resinas vinílicas y caucho clorado.
- **Petróleo.** Comúnmente se le reconoce como tal a los hidrocarburos alifáticos, productos destilados y refinados que sirven como combustible (queroseno, gasolina, disolventes de nafta, etc). Insoluble en agua, pero miscible con la mayoría de disolventes orgánicos. Disolvente no polar, por lo que disuelve bien las grasas y aceites, pero más aún a las resinas y ácidos grasos.
- **Metanol** ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) o alcohol metílico. Líquido incoloro, móvil, miscible en todas las proporciones con el agua, muy volátil, inflamable y tóxico. Se molécula es polar, por lo que no disuelve los cuerpos no polares y las grasas y sí es buen disolvente de las sustancias polares. Mezclado con otros disolventes, como la acetona, su poder aumenta, sobre todo con derivados celulósicos.
- **Ácido nítrico** ( $\text{NO}_3\text{H}$ ) Líquido incoloro, corrosivo y venenoso. Ácido mineral fuerte utilizado básicamente en la preparación del nitrato de celulosa, fabricación de colorantes y como catalizador. Se empleó en una proporción del 20% de ácido nítrico disuelto en agua.
- **Sosa cáustica** ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) o carbonato sódico. Polvo higroscópico blanco que se usa como catalizador en resinas fenólicas. Se empleó una solución concentrada de sosa cáustica (2 cucharadas soperas por 1/4 de litro de agua).
- **Tolueno** ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ) Es un buen disolvente de las resinas, éteres celulósicos y nitratocelulosas, sobre todo mezclado con alcohol y otros disolventes. Es miscible en casi todos los disolventes orgánicos corrientes. Sus propiedades como disolvente son parecidas a las del benceno, ambos obtenidos por destilación de la hulla, pero presenta la ventaja de ser menos volátil y mucho menos tóxico, no obstante posee una acción narcótica importante. Es casi insoluble en agua. No olvidar que hace activo, como la esencia de trementina, el oxígeno atmosférico.




# ABETO

conífera

madera maciza (a fibra)

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Madera muy fácil de tallar, se puede profundizar en ella, logrando tallas nítidas, desde trazos muy finos hasta amplias áreas que se pueden vaciar sin esfuerzo, siempre que se haga en dirección a la fibra, pues en caso contrario es fácil que se astille y pierda definición la talla.</p> <p>En sentido contrario a la fibra existe la dificultad que representan las vetas de la madera, que, como en otras coníferas, son bastante marcadas, y constituyen zonas de madera más dura, que cuestan más de tallar.</p>	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. La fresa de acero produce una incisión ancha, irregular, no nítida, con rebaba. La madera ofrece bastante resistencia, por lo que es costoso profundizar en ella y lograr una regularidad en la talla, aspecto común en todas las maderas que tienen las vetas muy marcadas (coníferas) y que se acentúa al tallar en dirección contraria a la fibra. Con la fresa de carburo de wolframio se profundiza bien pero produce bastante rebaba.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. La incisión que se consigue es mucho más profunda que con la fresa. La línea es bastante fina, se profundiza bien. Produce una ligera textura en el trazo. Se incide fácilmente, aunque la talla es poco rugosa.</p>	
	<p><u>Muela cónica</u> de óxido de aluminio. La profundidad de la incisión es mucho menor y la nitidez también. La talla es muy superficial.</p>	


	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Se consiguen incisiones muy finas, bastante nítidas, aunque un poco rugosas si se profundiza. Ahonda con facilidad pero menos que la muela de óxido de aluminio. Si se realiza la incisión con un movimiento rápido la línea es bastante nítida, pero poco profunda.</p>
	<p><u>Cepillo de alambre.</u> Acentúa las vetas si se trabaja en dirección a ellas y también si se incide diagonalmente. Su mayor utilidad es precisamente esta capacidad de acentuar la textura natural de la madera, ya que no produce incisión.</p>
	
	<p><u>Cepillo de cerdas:</u> No tiene apenas incidencia ni en esta madera. Deja una superficie más brillante y satinada, pero no profundiza.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">TÉRMICOS</p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>El tipo de incisión que produce el soldador en la madera de abeto es muy similar al del resto de maderas utilizadas, bastante nítida y regular en sentido de la fibra aunque cuesta un poco profundizar, y totalmente irregular en su recorrido tallando en sentido contrario a ella, en cuyo caso da lugar a un trazo discontinuo, con partes de la incisión más excavadas que otras.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">QUÍMICOS</p>	<p><b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS:</b></p> <p>Como en el resto de maderas macizas el <i>ácido nítrico</i> (en proporción del 20%) acentúa la veta si es marcada y también vuelve la superficie más áspera<sup>231</sup>.</p>


<sup>231</sup> Los otros procedimientos químicos no tuvieron repercusión en las maderas, por lo cual obtamos por no mencionarlos en las siguientes fichas técnicas de maderas macizas y contrachapados.

# ALERCE

conífera

madera maciza (a fibra)



MECÁNICOS MANUALES	<b>GUBIAS:</b>	
	<p>Al ser de mayor dureza que el abeto, es posible conseguir tallas más finas, pero al mismo tiempo es mayor la dificultad al tallar en sentido contrario a la veta y no es tan fácil excavar grandes áreas. Aún así, son maderas blandas y se trabajan bastante bien con las gubias.</p>	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>	
	<p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Como en el abeto dan una talla ancha, no muy profunda, muy irregular, con acumulación de rebaba de forma discontinua. Con la fresa de carburo de wolframio se profundiza bien pero produce bastante rebaba.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Línea muy fina. Se profundiza bien, con ancho mayor que con la fresa, aunque este factor en la madera está condicionado a la dirección de la talla y las vetas.</p>	
	<p><u>Muela cónica</u> de óxido de aluminio. Incide muy poco, mucha rebaba, como en el abeto.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Incisión fina, un poco más que con la muela de óxido de aluminio. Línea bastante nítida, se profundiza bien.</p>	

	<p><u>Cepillo de alambre.</u> Acentúa el veteado natural de la madera, que en el caso del alerce es de vetas muy acentuadas y muy juntas. Pasando el cepillo, bien sea longitudinalmente o en diagonal, las acentúa con facilidad, se profundiza en la talla. No consigue incidir, sólo remarca el veteado.</p>	
	<p><u>Cepillo de cerdas:</u> No tiene apenas incidencia en esta madera. Deja una superficie más brillante y satinada, pero no la incide.</p>	
<p><b>TÉRMICOS</b></p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Se profundiza bien en dirección a la fibra. En sentido contrario a las vetas se produce una línea irregular, discontinua, con profundidades variables.</p>	

**PINO MELIS**

**conífera**

madera maciza (a fibra)



MECÁNICOS MANUALES	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Es una madera muy blanda, por lo tanto se incide con gran facilidad, incluso ligeramente mejor que sobre el abeto, madera también muy dúctil. Es fácil excavar grandes áreas. En sentido contrario a la fibra, aunque existe el problema de las vetas que ofrecen resistencia a la incisión, se puede tallar con no demasiada dificultad, mejor que en otras maderas similares, como el abeto.</p>	
	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Con la fresa de acero se incide bastante bien, pero las tallas que se consiguen son anchas y no muy profundas. Con la fresa de carburo de wolframio se profundiza bien pero produce bastante rebaba.</p>	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incisiones finas, profundas, bastante nítidas. Modulación de la línea.</p>	
	<p><u>Muela cónica</u> de óxido de aluminio. Se incide poco, con falta de nitidez, rebaba, líneas anchas.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Incisión más fina, más que con la muela de óxido de aluminio. Línea bastante nítida, se profundiza bien.</p>	


	<p><u>Cepillo de alambre</u>: En las zonas de vetas las acentúa también el grano de la madera, pero en las zonas lisas (ausentes de textura) su acción es casi inapreciable.</p>
	<p><u>Cepillo de cerdas</u>: No tiene apenas incidencia en esta madera. Deja una superficie más brillante y satinada, pero no profundiza.</p>
<p><b>TÉRMICOS</b></p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Incisiones profundas y nítidas en las zonas de la madera sin vetas. En el resto cuesta más profundizar y el recorrido de la línea es menos regular (este hecho es común en todas las maderas, sobre todo en las que poseen vetas muy marcadas). En dirección contraria a la fibra discontinuidad en la talla.</p>
This area is intentionally left blank with a grey background	

**PINO VALSAÍN**

conífera

madera maciza (a fibra)

MECÁNICOS MANUALES	<b>GUBIAS:</b>	
	<p>Es muy similar al pino melis aunque ligeramente más blando. En sentido contrario a la fibra da lugar a una talla muy quebrada, aunque no es difícil la incisión.</p>	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>	
	<p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Con la fresa de acero incisión ancha, no muy profunda y sin mucha nitidez. Acumulación irregular de rebaba. Sin embargo, con la fresa de carburo de wolframio se profundiza bien, aunque produce rebaba.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incisión mucho más fina, nítida, modulada.</p>	
	<p><u>Muela cónica</u> de óxido de aluminio. Se incide mal, crea áreas poco excavadas. El trazo lineal es dificultoso.</p>	
<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Líneas muy nítidas y finas. Profundiza bien.</p>		



	<p><u>Cepillo de alambre</u>: Acentúa las vetas naturales de la madera, tanto empleándolo en vertical, siguiendo la dirección de la fibra, como en diagonal con respecto a ella. Su acción principal sería texturar la madera.</p>
	<p><u>Cepillo de cerdas</u>: No tiene apenas incidencia en esta madera.</p>
<p>TÉRMICOS</p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p>
	<p>Se profundiza bastante bien y da una incisión nítida, sobre todo en la zona de la madera no vetada. En sentido contrario a la fibra existe una resistencia al desplazamiento del soldador y el trazo es discontinuo.</p> 



**ABEDUL**

frondosa



madera maciza (a fibra)

<b>MECÁNICOS MANUALES</b>	<b>GUBIAS:</b>	
	<p>Es muy fácil de tallar. La ductilidad de esta madera queda patente tanto en la posibilidad de conseguir líneas extremadamente finas, como en la facilidad de tallar grandes áreas y también en poder incidir en todos los sentidos, no sólo en dirección a la fibra, trabajando perfectamente las curvas y consiguiendo una talla extremadamente nítida.</p>	
<b>MECÁNICOS ELÉCTRICOS</b>	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>	
	<p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Incisión ancha, poco profunda, no nítida. Con la fresa de carburo de wolframio se profundiza bien pero produce bastante rebaba.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incisión mucho más fina, bastante nítida. Se profundiza bien.</p>	
	<p><u>Muela cónica</u> de óxido de aluminio. Incisión poco profunda.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Se profundiza e incide mejor que con la de óxido de aluminio. Líneas muy finas y bastante nítidas.</p>	
<p><u>Cepillo de alambre</u>: En esta madera con textura muy poco marcada (grano muy fino), acentúa débilmente esta textura pero es casi inapreciable su acción. Deja una sutil huella a base de finas rayas, pero es muy superficial.</p>		
<b>TÉRMICOS</b>	<b>PIROGRABADOR:</b>	
	<p>Cuesta más de profundizar que en maderas más blandas como las de las coníferas estudiadas. En esta madera, al carecer de vetas marcadas, el trazo es, aunque más superficial, también más regular y no hay diferencias tan acusadas en la talla realizada en diferentes sentidos.</p>	

**BALSA**

frondosa


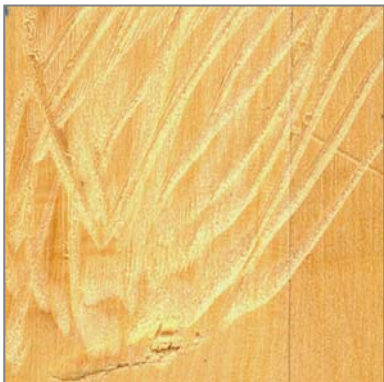
madera maciza (a fibra)

MECÁNICOS MANUALES	<b>GUBIAS:</b>	
	<p>Es extremadamente blanda. Muy dúctil para la talla, constituye la madera más fácil de trabajar, sobre todo para desbastar grandes áreas, se incide sobre ella de forma sumamente fácil en todos los sentidos, a favor y en contra de la fibra, aunque no da la nitidez de talla y la finura de las incisiones que ofrecen otras maderas de mayor compacidad y dureza.</p>	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>	
	<p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Tallas extremadamente rugosas, con mucha rebaba, poco profundas y anchas. Con la fresa de carburo de wolframio se profundiza mucho más.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. La rapidez en la talla es muchísimo mayor que con la fresa. Se profundiza muy bien y produce líneas con una gran nitidez, bastante anchas.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Las incisiones son mucho más finas que con la de óxido de aluminio. Líneas bastante nítidas.</p>	
<p><u>Cepillo de alambre</u>: Profundiza pero no da nitidez, más bien sirve para producir áreas tonales y para acentuar la textura. Su incisión es muy irregular, no sirve para realizar líneas.</p>		
TÉRMICOS	<b>PIROGRABADOR:</b>	
	<p>Al ser una madera muy blanda, se profundiza con facilidad. Las fibras, que son bastante marcadas, hacen que el trazo no sea regular en todos los sentidos y que de lugar a un tipo de talla de bordes rugosos.</p>	

**BOJ** (del Pirineo)

frondosa


madera maciza (a fibra)

<b>MECÁNICOS MANUALES</b>	<b>GUBIAS:</b>
	<p>Sobre su superficie dura y compacta se puede conseguir una incisión sumamente fina y nítida. Se talla de forma relativamente fácil, también en sentido contrario a la fibra, dando lugar a tallas muy nítidas, aunque debido a la dureza de esta madera no se profundiza fácilmente. Ofrece cierta resistencia, por lo que hay que controlar la incisión, pues es muy frecuente que el recorrido se quiebre.</p> 
<b>MECÁNICOS ELÉCTRICOS</b>	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>
	<p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. La fresa de acero profundiza muy poco. Líneas de anchuras medias y no muy nítidas. Con la fresa de carburo de wolframio se consiguen incisiones más profundas y nítidas.</p>
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Profundiza mucho más. Da lugar a incisiones profundas, finas y nítidas, no produce rebaba. Con poca presión se pueden conseguir líneas extremadamente finas.</p> 
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Incisiones menos profundas y de menor nitidez.</p>
	<p><u>Cepillo de alambre</u>: Incide poco, puede dar lugar a un área poco excavada, texturada (a base de líneas muy finas). Como la textura natural de esta madera es bastante fina, tampoco será de gran utilidad como vehículo para la acentuación de la misma. A favor de la fibra produce incisiones no muy profundas, un poco texturadas, en contra de la misma es casi inapreciable.</p>
<b>TÉRMICOS</b>	<b>PIROGRABADOR:</b>
	<p>La dureza de esta madera impide que el soldador se desplace fácilmente por su superficie. Da lugar a incisiones muy poco profundas e irregulares en cuanto a su recorrido.</p>

**BOJ** (contrafibra)

frondosa



madera maciza

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>BURILES:</b></p> <p>Dada la compacidad, homogeneidad y dureza de esta madera, es una de las más idóneas para ser trabajadas con buril. Se incide muy bien, obteniendo líneas nítidas y muy finas.</p>	
	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Ofrece bastante resistencia al desplazamiento de las gubias, pero es posible conseguir incisiones finas y nítidas. Excavar con la gubia en U para conseguir áreas desbastadas más o menos extensas es sumamente dificultoso.</p>	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. La fresa de acero da lugar a incisiones de muy poca profundidad, anchas y muy rugosas. Con la fresa de carburo de wolframio se consigue mayor nitidez y profundidad.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Profundiza mucho mejor. Produce líneas finas, no muy nítidas.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Se consigue un trazo similar al logrado con la muela de óxido de aluminio, pero se profundiza un poco más y las líneas son bastante más finas.</p>	
	<p><u>Cepillo de alambre:</u> Profundiza muy poco. Da un área muy débilmente texturado. Cambia de color la madera (oscurece).</p>	
TÉRMICOS	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Incide levemente y, debido a la resistencia que ofrece el material, el trazo que se consigue nunca es nítido y bien definido, sino irregular y sinuoso.</p>	

# CAOBA

frondosa



madera maciza (a fibra)

MECÁNICOS MANUALES	<b>BURILES:</b>
	Debido a la falta de homogeneidad de su textura, resulta difícil incidir y la línea resultante es muy rugosa y poco nítida.
	<b>GUBIAS:</b>
	<p>La incisión es nítida y fácil de trabajar en cualquier sentido de la fibra.</p> 
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>
	<u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. No se profundiza fácilmente. Líneas anchas y no muy nítidas. Mayor nitidez y profundidad con la de carburo de wolframio.
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incisión más profunda y líneas más nítidas. Se trabaja bien en cualquier dirección.</p> 
	<u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Se logra una mayor nitidez que con la muela de óxido de aluminio. Incisiones finas y de aristas limpias.
	<u>Cepillo de alambre</u> : Refuerza la textura natural, pero no incide de forma apreciable, no profundiza, no puede dar lugar a líneas.
TÉRMICO	<b>PIROGRABADOR:</b>
	Ofrece gran resistencia a profundizar en su superficie y el trazo que se obtiene es irregular y sinuoso.

**CEREZO**

frondosa

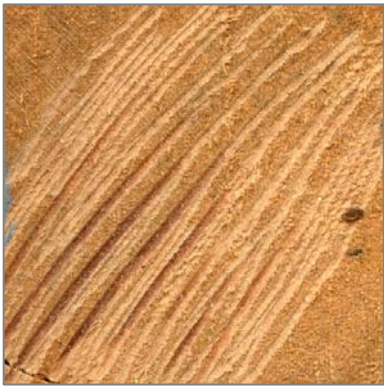
madera maciza (a fibra)

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Se consiguen tallas nítidas y finas, aunque menor que en otras maderas duras como el haya y el boj. Se incide bien tanto longitudinalmente como transversalmente y se desbastan grandes áreas sin dificultad.</p>	
	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Con la fresa de acero incisión poco profunda y ancha. Si se trabaja con trazos rápidos se obtienen líneas texturadas (discontinuas). Con la fresa de carburo de wolframio incisiones más profundas.</p>	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incisiones finas y bastante nítidas. Se profundiza muy bien. Es fácil conseguir, si se hace con un poco de rapidez, un tratamiento lineal texturado a base de líneas paralelas bastante marcadas.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Incisiones un poco más finas que con la muela de óxido de aluminio. Líneas nítidas. Se profundiza bien.</p>	
	<p><u>Cepillo de alambre:</u> Incide poco. Da lugar a un área texturada a base de líneas muy finas, poco apreciables y subraya sutilmente la textura de la madera.</p>	
	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Ofrece bastante resistencia al desplazamiento del soldador y, aunque no es difícil profundizar, el trazo es sinuoso, tanto en un sentido de la fibra como en otro.</p>	

**CEREZO** (*contrafibra*)

**frondosa**


**madera maciza**

MECÁNICOS MANUALES	<b>BURILES:</b>	
	No da una incisión tan nítida como el peral y el boj, pero al ser más blanda se profundiza bien.	
MECÁNICOS MANUALES	<b>GUBIAS:</b>	
	Aunque ofrece resistencia al desplazamiento de la gubia, se incide mejor sobre ella que en el boj y en la caoba, aunque las incisiones no son tan finas. Es posible conseguir tallas anchas con la gubia en U.	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>	
	<u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Con la fresa de acero incisión ancha, con rebabas y poca profundidad. Para obtener mayor profundidad podemos emplear la fresa de carburo de wolframio.	
	<u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incide bien. Da lugar a líneas no excesivamente finas ni muy nítidas.	
	<u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Incisiones bastante más nítidas y finas, se consigue profundizar mejor.	
	<u>Cepillo de alambre</u> : No incide de forma apreciable, sólo acentúa los anillos de crecimiento, trabajando con la herramienta en dirección a ellos. En sentido contrario no incide apenas.	
TÉRMICOS	<b>PIROGRABADOR:</b>	
	Se incide con bastante más facilidad que en otras maderas a contrafibra (boj, caoba). No es costoso profundizar, aunque el trazo es irregular y sinuoso.	

**ÉBANO** (contrafibra)

frondosa

madera maciza



MECÁNICOS MANUALES	<b>BURILES:</b>	
	La incisión no resulta costosa, dada la homogeneidad de la madera, pero la línea resultante es bastante irregular.	
MECÁNICOS MANUALES	<b>GUBIAS:</b>	
	No es fácil la talla en esta madera de gran dureza, sobre todo si se pretende profundizar. El recorrido es corto, aunque la incisión es nítida.	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>	
	<u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Profundiza poco, aunque la incisión es apreciable, la línea es bastante ancha. En el caso de la fresa de carburo de wolframio el resultado es mucho mejor, con incisiones nítidas y muy finas.	
	<u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Profundiza bastante más que con la anterior y con mayor nitidez.	
	<u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Fácil de incidir, línea fina y nítida. Aumentando la rapidez del trazo y en consonancia con la rotación de la muela, se consiguen líneas punteadas de gran nitidez.	
<u>Cepillo de alambre:</u> No incide apenas.		
TÉRMICOS	<b>PIROGRABADOR:</b>	
	Da lugar a incisiones anchas, rugosas y muy poco profundas. Al pasar el soldador se produce bastante humo y un olor característico.	



# HAYA

frondosa


madera maciza (a fibra)

MECÁNICOS MANUALES	<b>GUBIAS:</b>	
	<p>Sobre esta madera se consiguen incisiones extremadamente finas y nítidas, tanto en sentido longitudinal de la fibra como en sentido transversal, por lo que se trabaja muy bien en ambos. No existe dificultad alguna en tallar en todos los sentidos, dado que su textura es uniforme y sus fibras son rectas, pero, debido a la dureza de la madera, no resulta fácil excavar grandes áreas e incluso ofrece más resistencia que otras de mayor dureza como el boj.</p>	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>	
	<p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Incide de forma poco profunda. Da lugar a líneas anchas y con rebaba. Con la fresa de carburo de wolframio se profundiza bien pero produce rebaba.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Da lugar a incisiones bastante profundas y nítidas, líneas finas y moduladas.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Una gran nitidez en la incisión, con tallas muy finas, modulación. Se profundiza bien.</p>	
	<p><u>Cepillo de alambre</u>: Acentúa la textura natural de esta madera, formada por fibras rectas, cortas y poco marcadas. Excava poco, dando lugar a áreas tonales (resalta la madera).</p>	
TÉRMICOS	<b>PIROGRABADOR:</b>	
	<p>Aunque es una madera dura, no es difícil profundizar en ella, pero la incisión no será nítida, ni en el sentido de la fibra ni en sentido contrario a ella, dando como resultado un trazo sinuoso.</p>	

**TILO**

frondosa


madera maciza (a fibra)

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Es sumamente fácil de tallar en todas direcciones, logrando líneas bastante finas y nítidas. Asimismo, se pueden conseguir curvas sin dificultad y desbastar grandes zonas de forma rápida.</p>	
	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. La fresa de acero da lugar a incisiones poco profundas, no muy nítidas (si se profundiza más, la rebaba aumenta). Líneas anchas. Con la fresa de carburo de wolframio se profundiza bien pero produce bastante rebaba.</p> <p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incisiones mucho más finas, bastante nítidas, moduladas, puede dar lugar a un poco de textura.</p> <p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Gran nitidez en la incisión, con tallas muy finas y profundas.</p> <p><u>Cepillo de alambre</u>: Excava más que en otras maderas. Acentúa la textura fibrosa si se trabaja a favor de la fibra. Da áreas texturales.</p>	
TÉRMICOS	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>La incisión que se consigue es más nítida y regular que en otras maderas. Aunque condiciona el ligero veteado de su superficie, el trazo es menos sinuoso, más regular y no es dificultoso profundizar en ella.</p>	

# Contrachapado


# PINO

# maderas transformadas

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Se incide con gran facilidad en sentido de la veta y, asimismo, es fácil desbastar grandes zonas, aunque se astilla más que la madera maciza, al tener la chapa inferior de otro tipo de madera (calabó), que es más blanda. En sentido transversal a las vetas, existe una resistencia al paso de las gubias, sobre todo en las de V.</p>	
	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Se profundiza bien, siempre que se haga la incisión a favor de la fibra, dando un tipo de talla ancha y bastante profunda, aunque no de gran nitidez. Sin embargo, dado que este tipo de chapas de madera poseen vetas y nudos muy marcados, se talla con dificultad si se incide en sentido contrario a la fibra de la madera, debido a que las vetas constituyen zonas de madera de mayor dureza.</p>	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. En dirección a la fibra produce líneas no excesivamente finas, pero sí más que con la fresa y bastante nítidas. En sentido contrario incisiones más anchas y con más rebabas, dejando algo de textura.</p>	
	<p><u>Muela cónica</u> de óxido de aluminio. Su empleo ha dado en todas las maderas transformadas que se han estudiado un tipo de línea mucho más gruesa, menos nítida y de menor profundidad. En algunos casos, como en el pino, la diferencia entre la talla producida por ambas muelas es muy acusada: con la cónica se consigue una línea con mucha rebaba y cuesta más profundizar.</p>	

	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Siempre que se trabaje a favor de la fibra, la talla será sumamente fácil, se consiguen incisiones finas, bastante nítidas y se profundiza con facilidad. En las zonas de vetas y nudos cuesta un poco más profundizar. En sentido contrario, la incisión estará muy condicionada por las vetas marcadas de este tipo de chapa, pero se puede conseguir profundizar, dando lugar a líneas bastante finas pero de contornos ligeramente ondulados, debido a la resistencia de las zonas de vetas y nudos.</p>
	<p><u>Cepillo de alambre</u>: Incide muy poco, acentúa débilmente la textura fibrosa de la madera, pero la profundidad que se puede conseguir con este accesorio es mínima.</p>
	<p><u>Cepillo de cerdas</u>: No tiene absolutamente ninguna incidencia en todas las maderas transformadas que hemos estudiado.</p>
<p><b>TÉRMICOS</b></p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Se profundiza con facilidad, sobre todo en la zona de madera no vetada. En las vetas, al ser más dura su superficie, la incisión es menos profunda; por esta misma razón resulta difícil conseguir una continuidad de trazo cuando se talla transversalmente a las vetas.</p>
Empty shaded area	




**Contrachapado CALABÓ maderas transformadas**

<b>MECÁNICOS MANUALES</b>	<b>GUBIAS:</b>	
	<p>Es sumamente fácil la incisión en todos los sentidos, tanto a favor como en contra de las fibras de la madera. Se logran tallas nítidas, aunque no excesivamente finas y se pueden desbastar grandes áreas de forma muy rápida, no existe el problema de la diferente dureza de la chapa inferior, ya que ésta suele ser también calabó.</p>	
<b>MECÁNICOS ELÉCTRICOS</b>	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>	
	<p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Incide de forma bastante profunda, pero la talla, que es ancha, no es nítida, tiene bastante rebaba. En sentido contrario a la fibra la rebaba aumenta, sobre todo por un lado de la línea, aunque se puede profundizar bastante.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Profundiza muy bien, a favor de la fibra da lugar a líneas bastante nítidas, profundas, texturadas, con un trazo rápido. En sentido contrario, la línea es un poco más ancha, aunque si se presiona poco también se pueden conseguir incisiones finas y nítidas.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Se profundiza muy fácilmente y la talla obtenida es bastante nítida y profunda. En sentido contrario a la fibra la nitidez de la línea es un poco menor y cuesta un poco más profundizar.</p>	
	<p><u>Cepillo de alambre</u>: Incide un poco más que en el contrachapado de pino, al ser más blando el calabó. Intensifica la textura fibrosa de esta madera, pero profundiza poco.</p>	
<b>TÉRMICOS</b>	<b>PIROGRABADOR:</b>	
	<p>Se profundiza fácilmente siguiendo la dirección de la fibra de la madera, en dirección contraria el trazo es menos profundo y más sinuoso.</p>	

**Contrachapado**


**HAYA**


maderas transformadas

<b>MECÁNICOS MANUALES</b>	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Debido a que es una madera de textura uniforme, se incide bien en ambos sentidos de la fibra, dando lugar a líneas muy finas y nítidas, así como a grandes zonas excavadas con la gubia en U. Puede astillarse al abrir áreas más o menos extensas, debido a la chapa de madera inferior que suele ser de calabó, madera más blanda y quebradiza.</p>	
	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. La punta no se desliza fácilmente, ofrece una cierta resistencia. La línea obtenida es bastante irregular, con rebaba, no es nítida. En sentido contrario a la fibra se produce más rebaba y se profundiza menos.</p>	
<b>MECÁNICOS ELÉCTRICOS</b>	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Se consiguen líneas de una gran nitidez y muy finas. Si se presiona más, como ocurre con las maderas en general, al aumentar la profundidad de la talla, también disminuye un poco la nitidez de la línea. En sentido contrario a la fibra la profundidad de la incisión es menor y también la nitidez.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. En ambos sentidos (a favor y en contra de la fibra) se consiguen incisiones bastante finas y nítidas.</p>	
	<p><u>Cepillo de alambre</u>: Incide muy poco, produce un área texturada de forma muy sutil, a base de rayas muy finas. Acentúa un poco la textura propia de esta madera.</p>	
<b>TÉRMICOS</b>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Incisiones superficiales debido a la dureza de la madera. En sentido contrario a la fibra el trazo es muy sinuoso, con zonas más excavadas que otras.</p>	

## Tableros de fibras

maderas regeneradas



<p>MECÁNICOS MANUALES</p>	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Se incide de forma fácil, obteniendo desde líneas bastante finas hasta áreas profundamente excavadas con gran rapidez. Las tallas son nítidas, aunque al desbastar con la gubia en U ancha es frecuente que los bordes queden algo rugosos, ya que el material es muy blando y se va desprendiendo de forma similar a las fibras del papel. Esto ocurre sobre todo si los tableros son de fibras de baja densidad, es decir, más gruesas.</p>  <p style="text-align: center;">DM</p> <p>En el <i>Tablex</i>, al ser más dura la superficie, cuesta un poco más de incidir, la talla es un poco más nítida tanto en el caso de las muy finas como en las anchas desbastadas con la gubia en U, pero no existen grandes diferencias con respecto a los otros tableros de fibras.</p> <p>En los tableros de fibras con chapas de melamina, aunque se pueden conseguir líneas muy finas, el recorrido de la incisión es ligeramente más irregular, es fácil que se engruese más por unas zonas que por otras, ya que también se desmenuza el material.</p>
<p>MECÁNICOS ELÉCTRICOS</p>	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Produce tallas anchas, no profundiza muy bien, formando una gran cantidad de rebaba. Desprende mucho polvo al incidir.</p> <p>En los tableros de fibras de alta densidad, con partículas muy prensadas, se incide un poco mejor, no se produce tanta rebaba.</p> <p>En los tableros de fibras que llevan una capa de melamina, da lugar a un tipo de talla peculiar, muy rugosa, con un tipo de trazo bastante pictórico. Con la fresa de carburo de wolframio se profundiza muy bien.</p> <p>En los tableros <i>Duolite</i>, al tener una capa más satinada, se incide un poco mejor, no da tanta rebaba. al igual que en el <i>Tablex</i>.</p>

	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Se incide bien pero produce líneas no excesivamente nítidas, con una cierta rugosidad en los bordes, aunque se consigue una talla con una mayor definición que con la fresa y es posible profundizar mucho. En el Tablex la incisión es un poco más nítida y profunda. En el tablero de fibras DM con chapa de melamina el tipo de incisión es de trazo muy modulado, con partes más anchas que otras, aunque bastante nítido.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Tablex</i></p>
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Incisiones finas y nítidas. En el caso de los tableros de fibras no existe una gran diferencia entre el empleo de estas muelas y las de óxido de aluminio, sólo en los tableros con chapa de melamina el tipo de talla resulta más fino y nítido.</p>
	<p><u>Cepillo de alambre</u>: Incide más en este material que en el resto de maderas transformadas que hemos estudiado. Podemos conseguir fácilmente áreas excavadas profundas y texturadas. En el Tablex se puede profundizar un poco más e incluso conseguir líneas anchas y rugosas.</p>
<p>TÉRMICOS</p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Se incide mal sobre su superficie, no hay absolutamente ninguna continuidad en el trazo. Se acumula mucho más el calor en unos puntos que en otros, dando lugar a un tipo de línea marcadamente discontinua. Esto ocurre en todos los tipos de tableros de fibras, también en los que poseen una capa de melamina.</p>
<p>QUÍMICOS</p>	<p><b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El <i>ácido nítrico</i> (empleado en proporción del 20%) levanta la fibra y deja rugosa la superficie.</li> </ul>





# AGLOMERADOS

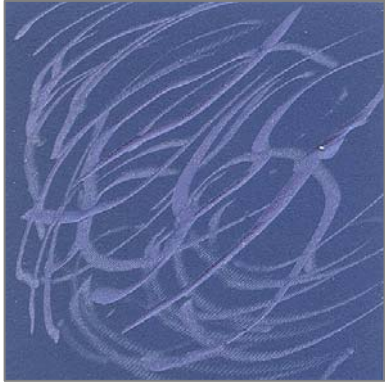
maderas regeneradas

<p>MECÁNICOS MANUALES</p>	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>No es difícil incidir sobre el aglomerado, sobre todo si las partículas de madera son finas. Pueden lograrse incisiones bastante finas y desbastar grandes áreas sin dificultad, pero la talla nunca podrá ser nítida, los contornos serán rugosos, sobre todo si las partículas que lo componen son gruesas y si la talla es muy profunda.</p> <p>Sobre el aglomerado con chapa de melamina es muy difícil profundizar y las incisiones, que pueden ser extremadamente finas, son de corto recorrido ya que el material ofrece bastante resistencia al paso de la gubia. Desbastar zonas amplias es extremadamente dificultoso.</p> 
<p>MECÁNICOS ELÉCTRICOS</p>	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. La incisión es bastante costosa, debido a la dureza del material. Da lugar a tallas anchas, muy poco profundas y muy rugosas, con mucha rebaba.</p> <p>En el aglomerado que lleva una chapa de melamina, se produce un tipo de grafismo peculiar, muy discontinuo, con zonas engrosadas y otras mucho más finas, con una considerable modulación de la línea. No resulta fácil conseguir una talla profunda debido a la dureza del material. No obstante, con la fresa de carburo de wolframio se trabaja muy bien y se puede profundizar con nitidez.</p>  <p style="text-align: center;"><i>Aglomerado con chapa de melamina</i></p> <p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Se logran tallas anchas y muy rugosas. No es fácil profundizar ya que el material ofrece una resistencia a la incisión.</p> <p>En el aglomerado con chapa de melamina el trazo que se produce es muy diferente al conseguido con la fresa, ya que es fino y bastante nítido. Profundiza de forma rápida y eficaz. Debido a la chapa dura que posee en su superficie, la incisión, aunque sea profunda, es de una gran nitidez.</p>

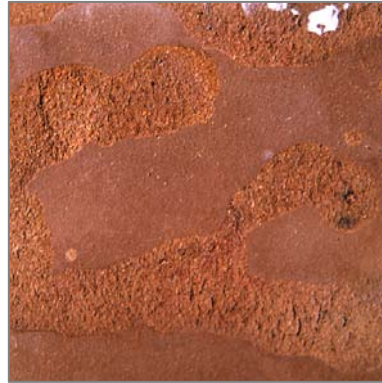
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Se puede profundizar más que con la muela de óxido de aluminio. Las líneas obtenidas son un poco más finas, pero siempre rugosas y con dificultad para incidir.</p> <p>En el aglomerado con chapa de melamina se talla muy bien, logrando líneas de una gran fineza, nitidez y profundidad.</p> <hr/> <p><u>Cepillo de alambre</u>: Se trabaja con facilidad, produciendo líneas anchas texturadas a base de rayas muy finas paralelas.</p> <hr/> <p><u>Cepillo de cerdas</u>: La incisión producida es casi inapreciable (nula en el aglomerado con chapa de melamina). Hace rugosa la superficie propia de este material.</p>
<b>TÉRMICOS</b>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Profundiza poco, dando lugar a trazos anchos y discontinuos. En el aglomerado con chapa de melamina no es posible conseguir líneas, solamente incisiones a base de puntos.</p>
<b>QUÍMICOS</b>	<p><b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS:</b></p> <p>El ácido nítrico (proporción al 20%) deja más rugosa su superficie.</p>

# LINÓLEO

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>GUBIAS:</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Desk Top</i>, linóleo montado sobre un soporte de fibras comprimidas, es muy dúctil para la talla, es blando pero al mismo tiempo se pueden conseguir líneas finas y vaciar zonas amplias, siempre con trazos nítidos.</li> </ul> <div style="text-align: right;">  <p style="text-align: center;"><i>Linóleo Desk Top</i></p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Marmoleum Fresco</i> y <i>Linóleo Umbro</i>, produce tallas nítidas, consiguiendo grafismos muy finos, aunque en las tallas anchas la nitidez disminuye.</li> </ul> <div style="text-align: right;">  <p style="text-align: center;"><i>Linóleo Umbro</i></p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Plain Linóleo</i>, Es un linóleo de gran compacidad y bastante duro, por lo que permite tallar trazos muy finos y bastante nítidos, suponiendo una diferencia con respecto al linóleo tradicional.</li> </ul>
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Con la fresa de carburo de wolframio siempre será mayor la profundidad de incisión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Desk Top</i>, líneas bastante anchas, profundas, no nítidas y con rebaba.</li> <li>- <i>Marmoleum Fresco</i>, líneas más bien anchas, moduladas, con algo de rebaba.</li> <li>- <i>Linóleo Umbro</i>, líneas con poca profundidad, algo más nítida con fresa de carburo de wolframio.</li> <li>- <i>Plan linóleo</i>, líneas anchas y profundas, sin rebaba.</li> </ul>

	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incisiones más de rebabas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Desk Top</i>, líneas finas y de trazo pictórico, nítidas, con poca rebaba.</li> </ul>  <p style="text-align: center;"><i>Linóleo Desk Top</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Marmoleum Fresco</i> y <i>Linóleo Umbro</i> líneas anchas, moduladas, bastante nítidas, texturadas a base de finas rayitas paralelas.</li> <li>- <i>Plain Linóleo</i>, líneas muy finas y profundas.</li> </ul>
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. En todas las marcas la línea producida es más nítida y con mayor profundidad.</p>
	<p><u>Cepillo de alambre</u>: Todos sueltan bastante polvillo con su uso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Desk Top</i>, línea bastante gruesa, difuminada y profunda. Sin rebaba.</li> <li>- <i>Marmoleum Fresco</i> y <i>Linóleo Umbro</i>, produce líneas anchas pero con menor profundidad. Trazo modulado, nitidez.</li> <li>- <i>Plain Linóleo</i>, mayor nitidez y profundidad de línea.</li> </ul>
	<p><u>Cepillo de cerdas</u>: En todos produce bastante rebaba, con talla ancha no nítida, texturada, a base de líneas juntas. Si se presiona es posible conseguir algo más de profundidad.</p>
<p><b>TÉRMICOS</b></p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Desk Top</i>, ofrece resistencia a la incisión pero produce tallas nítidas.</li> <li>- <i>Marmoleum Fresco</i>, se profundiza un poco mejor, con algo de rebaba que se elimina instantáneamente. No enfría la herramienta. Produce humo.</li> <li>- <i>Linóleo Umbro</i>, la incisión no es dificultosa, aunque cuesta un poco profundizar ya que la punta del soldador se enfría debido al corcho de su composición. Se consiguen tallas ligeramente rugosas pero sin rebaba, que se acumula en torno a ellas. Suelta un polvillo que se elimina al instante. Produce humo.</li> <li>- <i>Plain Linóleum</i>, cuesta un poco profundizar en su superficie ya que ofrece más resistencia al foco de calor que los otros linóleos. El trazo que se consigue es menos nítido, con más rebaba. Produce humo.</li> </ul>

QUÍMICOS	<p><b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Si se aplica en determinadas zonas una solución de sosa cáustica (dos o tres cucharadas por 1/4 de litro de agua) y se deja actuar por espacio de unas 6 horas, la superficie en esas zonas se vuelve rugosa aunque no llega a profundizar. Si se quiere ahondar más y no sólo texturar ligeramente la superficie, se puede dejar actuar durante más tiempo y con una concentración mayor. La aplicación puede ser directa, mediante pincel, o con reservas hechas con barniz de grabado.</li></ul>



**CAUCHO**

(resinas naturales)

elastómeros


<b>MECÁNICOS MANUALES</b>	<p><b>BURILES:</b></p> <p>No lo consideramos adecuado para ser trabajado con buril porque, además de ser un material blando, se embota enseguida la herramienta, la incisión es muy rugosa y se forma una rebaba que cuesta de eliminar.</p>
	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Al ser un material muy blando y homogéneo se incide de forma muy fácil aunque, debido a su gran elasticidad, el material tiende a expandirse. Es posible desbastar grandes áreas rápidamente, pero el tipo de talla que se consigue no es de una gran nitidez y tampoco se pueden conseguir grafismos muy finos. Este plástico como matriz no es tan apropiado como otros para conseguir trabajos de gran minuciosidad, aún así se puede lograr una versatilidad en cuanto a anchuras de líneas.</p>
<b>MECÁNICOS ELÉCTRICOS</b>	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Se ha empleado la fresa de tamaño más pequeño y a dos velocidades (2) y (4). La incisión con la fresa de acero es bastante superficial, tanto en una velocidad como en la otra, es decir, que hay que insistir para conseguir una profundidad de talla considerable. La línea producida no es nítida, ni fina, sino bastante ancha, a pesar de haber utilizado la fresa más fina. No se producen rebabas. Con la fresa de carburo de wolframio es posible aumentar considerablemente la profundidad de la incisión.</p>
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. La incisión es un poco más profunda que con la fresa pero varía de forma sustancial con la anterior. Si se realiza de forma rápida se produce un tipo de talla formada por finas líneas paralelas. Desprende mucho polvo y un intenso olor. Produce grafismos de tipo gestual.</p>
	<p><u>Muela cónica</u> de óxido de aluminio. El resultado que se obtiene no varía sustancialmente con respecto al empleo de la muela cilíndrica. Si se utiliza mediante un rápido trazo, da una talla formada por unas gruesas líneas discontinuas, esto ocurre igual con la anterior muela. Produce grafismos de tipo gestual.</p>
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Resultado similar, incide un poco más, trazo más gestual.</p>
	<p><u>Cepillo de alambre:</u> Incisiones de profundidad similar a las anteriores, aunque un poco más profundas. Líneas moduladas. Suelta mucho polvillo.</p>
	<p><u>Cepillo de cerdas:</u> Incide de forma muy superficial, casi no profundiza.</p>
	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Profundiza muy poco, dando lugar a incisiones bastantes nítidas pero muy superficiales. Produce humo y un intenso olor.</p>

# GOMAS

(resinas sintéticas)

elastómeros

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>BURILES:</b></p> <p>Se embota enseguida la herramienta, la incisión es muy rugosa y se forma una rebaba que cuesta de eliminar.</p>
	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Las condiciones para la talla de la goma neopreno y del caucho son prácticamente las mismas, ambos son materiales blandos y que ofrecen mínima resistencia al paso de la gubia, pero no permiten trabajos de gran minuciosidad.</p> <p>La incisión con goma <i>Pirelli</i> es similar al caucho y a la goma neopreno. No obstante, y debido a que posee una capa superficial más dura y satinada, nos permite obtener unas líneas mucho más finas y nítidas, el borde de las tallas es de aristas más finas. Es muy fácil de tallar y de desbastar, debido a que es blando y homogéneo.</p>
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. La talla con la fresa de acero en goma neopreno es bastante superficial, tanto al (2) como al (4) de velocidad. La línea producida no es fina sino bastante ancha. No producen rebaba. Con fresa de carburo de wolframio mayor profundidad de incisión.</p> <p>La incisión de la fresa de acero en goma <i>Pirelli</i> es poco profunda, aunque un poco más que en el caucho y en la goma neopreno, siendo de mayor nitidez. Es de más fácil incisión la fresa de carburo de wolframio.</p>
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incisión poco profunda en la g. neopreno, dando líneas anchas. Si se trabaja de forma rápida se producen unas finas líneas paralelas.</p> <p>Con goma <i>Pirelli</i> profundidad similar al uso de la fresa. Al emplearla de forma rápida da tallas con pequeñas líneas paralelas.</p>
	<p><u>Muela cónica</u> de óxido de aluminio. Los resultados que se obtienen en ambos tipos de gommas no varían sustancialmente con respecto al empleo de la muela cilíndrica. Líneas gestuales.</p>

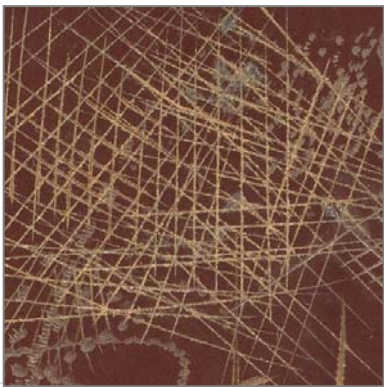
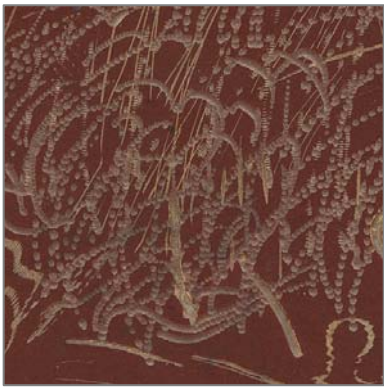
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Incide un poco más en ambas gomas, trazo gestual, línea más texturada, a base de finas líneas paralelas.</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Goma Pirelli</i></p>
	<p><u>Cepillo de alambre:</u> Resultados similares, aunque profundiza un poco más y produce un grafismo tramado con líneas muy finas. en la g. Pirelli suelta una gran cantidad de polvillo.</p>	
	<p><u>Cepillo de cerdas:</u> Incisión muy superficial. Sutil rayado en la g. Pirelli por ser más satinada su superficie.</p>	
<p><b>TÉRMICOS</b></p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En g. neopreno profundiza poco, produce bastante humo y un intenso olor.</li> <li>- Con la g. Pirelli da lugar a una incisión muy superficial, ligeramente menos profunda que en el caucho y al igual que éste y la g. neopreno, produce un fuerte olor y bastante humo.</li> </ul>	



# BAQUELITA

(resinas fenólicas)

termoestables

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>BURILES:</b></p> <p>La punta del buril se desliza sumamente bien sobre la superficie dura y satinada mate de este material. La línea conseguida no es nítida sino ligeramente rugosa en todo el borde de la incisión.</p>
	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Es un material de una gran dureza que posee una superficie muy satinada, lo que repercute en la talla, que puede ser de líneas muy finas aunque hace que la gubia resbale con frecuencia y que el procedimiento de talla no se controle perfectamente. Por esta misma razón, el recorrido de las incisiones no es muy largo, las curvas no son fáciles de conseguir y resulta dificultoso vaciar grandes áreas. Aún así, resulta un material excelente para conseguir trabajos minuciosos.</p> 
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Tanto empleando una velocidad alta como baja, se consiguen líneas finas, no excesivamente profundas, pero nítidas. Grafismos modulados, líneas ligeramente trémulas. No produce rebabas. Mucho mejor es el uso de la fresa de carburo de wolframio, al dar incisiones muy profundas y de forma más rápida.</p> 
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Líneas menos profundas, formadas por una serie de pequeñas líneas paralelas si se realiza el trazo de forma rápida. Incisiones más anchas. No produce rebabas.</p>
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Incide un poco más. Línea con mayor modulación, un poco de textura rayada.</p>
	<p><u>Cepillo de alambre:</u> Incisión muy superficial, sólo produce un área textural muy ligeramente profundizada, es decir, esta área está formada por un entramado de líneas muy finas y paralelas, debido a la textura del accesorio.</p>
TÉR MICO	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Incisión muy fina, muy superficial y ligeramente discontinua.</p>

## FORMICA (resinas de melamina-formol) termoestables

### BURILES:

- *Formica Surell*, excelente material para ser grabado con buril. La herramienta se desliza sobre su superficie dura y satinada de forma suave y controlada, produciendo líneas nítidas.



*Formica Surell*

- *F. Grabable, Colorcore y Uniblock*, incisiones superficiales, nítidas. Resbala un poco la herramienta. Se produce un poco más de rebaba en el primero de ellos.

### GUBIAS:

- *Formica Surell.*- Al ser un material de una gran dureza y homogeneidad, con una superficie satinada mate, permite realizar incisiones extremadamente finas y de una gran nitidez, aunque el vaciar extensas áreas resulta bastante dificultoso. Es muy apropiado para conseguir imágenes de amplias valoraciones tonales, que requieran de un sutil tratamiento lineal y cuyo planteamiento de la imagen sea más bien partiendo de la "línea blanca" o desde el negativo, al igual que ocurría con la baquelita, aunque éste es un material más dúctil.

- *F. Colorcore.*- Ofrece una superficie extremadamente dura, apropiada para conseguir grafismos muy finos, a semejanza del anterior, aunque su superficie más brillante hace que la gubia tienda a resbalarse. Es apropiado para trabajos de gran minuciosidad, pero no es aconsejable para desbastar zonas extensas.

- *F. Grabable.*- Permite incisiones extremadamente finas y resulta difícil desbastar grandes áreas. Se trabaja bien aunque su superficie sea muy satinada y brillante, pues esta capa es muy fina y en el núcleo existe otro tipo de material que hace que las gubias se desplacen con facilidad sin resbalar. Como dicho material interno es blanco, facilita al mismo tiempo la visión de la imagen que se está tallando.

- *F. Uniblock.*- Es ligeramente más duro que los anteriores, su superficie ofrece una cierta resistencia al paso de la gubia, por lo que es frecuente que resbalen y el recorrido de la incisión no sea muy extenso. Aún así, se consiguen grafismos extremadamente finos y de gran nitidez.

**GRABADOR ELÉCTRICO:**

Fresa semiesférica de acero y de carburo de wolframio. Estos materiales se trabajan mejor con fresas de carburo de wolframio.

- *F. Surell.*- Incisión poco profunda, muy nítida, fina y con un marcado punteado, intermitente. No produce rebabas.
- *F. Colorcore.*- Parecida incisión, gestual. Sin rebabas.
- *F. Grabable.*- Produce líneas muy finas, constituidas por pequeñas rayas paralelas. Incisión superficial, nitidez. Sin rebabas.



*Formica  
Grabable*

- *F. Uniblock.*- Líneas poco profundas, finas y nítidas.

Muela cilíndrica de óxido de aluminio. No produce rebabas en ninguno de los materiales. En general desprenden polvo al incidir.


- *F. Surell.*- Líneas mucho más anchas y profundas, nítidas, gestuales. No produce rebabas. Desprende olor.
- *F. Colorcore.*- Incisión bastante ancha, pero poco profunda. Línea formada por pequeñas rayitas paralelas. Desprende olor.



*Formica  
Colorcore*

- *F. Grabable.*- Líneas bastante anchas y más profundas que con fresas, constituidas por líneas finas paralelas. Insistiendo se puede profundizar bastante. Nitidez.

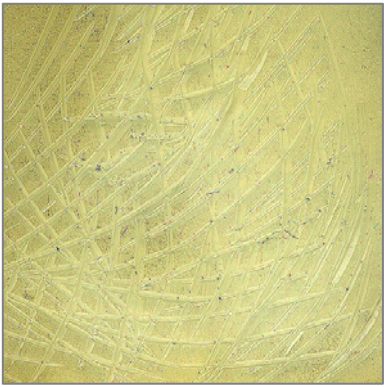
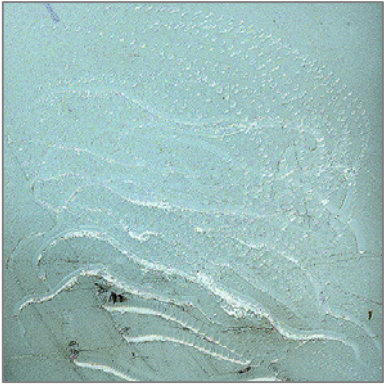
- *F. Uniblock.*- Líneas más anchas, trazos como de pincel, sueltos, nítidos.


	<p><u>Muela de carburo de silicio en forma de disco.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- F. <i>Surell</i>.- Mayor profundidad y finura en el trazo, textura de líneas paralelas, trazo modulable fácilmente. Produce mucho polvillo y un ligero olor.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- F. <i>Colorcore</i>, <i>Grabable</i> y <i>Uniblock</i>: Se profundiza un poco más, trazo texturado a base de finas rayas paralelas, línea modulada.</li> </ul> <p style="text-align: right;"><i>Formica Surell</i></p>
	<p><u>Cepillo de alambre:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- F. <i>Surell</i>.- Se crea un área textural con una cierta profundidad. Rebaja pero no da una textura particular. Produce olor.</li> <li>- F. <i>Colorcore</i>.- No incide casi nada, elimina un poco de la textura rugosa del material, es decir, lo alisa levemente.</li> <li>- F. <i>Uniblock</i> sólo alisa ligeramente la textura del material.</li> <li>- F. <i>Grabable</i>.- No incide.</li> </ul>
<p><b>TÉRMICOS</b></p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- F. <i>Surell</i>.- Incisiones finas, poco profundas y bastante nítidas.</li> <li>- F. <i>Colorcore</i> y F. <i>Grabable</i>: Incisiones extremadamente superficiales, muy finas y nítidas, aunque producen humo y un intenso olor.</li> <li>- F. <i>Uniblock</i>.- No se consiguen incisiones lineales, pero manteniéndolo en su superficie unos segundos, da lugar a punteados. Produce humo y un intenso olor.</li> </ul>

# POLIETILENO


(resinas etilénicas)

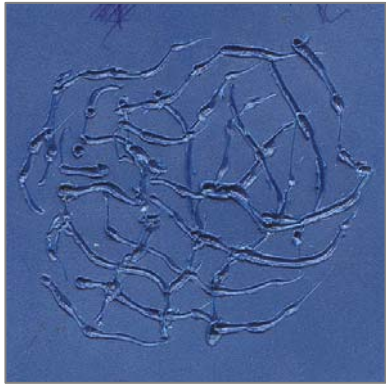
termoplásticos

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>BURILES:</b></p> <p>Tanto en el <i>Poliétileno de alta</i> como en el de <i>baja densidad</i> la incisión tiene una gran cantidad de rebaba que queda acumulada en torno al surco y que es de difícil eliminación. Se talla mal, ya que la herramienta no se desliza fácilmente sino que se embota.</p>
	<p><b>GUBIAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>P. de alta densidad</i>, se talla muy bien sobre la superficie de este material, que es bastante blando pero al mismo tiempo de gran compacidad, por lo que es posible conseguir líneas muy nítidas y bastante finas así como vaciar grandes áreas con la gubia en U, obteniendo bordes de la talla nítidos.</li> <li>- <i>P. de baja densidad</i>, La incisión es idéntica al <i>P. de alta densidad</i>, es decir, es dúctil para la talla, se trabaja bien y da lugar a incisiones nítidas y finas.</li> </ul>  <p style="text-align: center;"><i>P. de baja densidad</i></p>
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>P. de alta densidad</i>, se incide con bastante facilidad sobre la blanda superficie. Produce una rebaba muy acentuada que se elimina muy fácilmente con un rascador. Da lugar a líneas con punteado intermitente, línea nerviosa.</li> <li>- <i>P. de baja densidad</i>, se incide con facilidad, da un tipo de línea más bien fina pero con rebaba acentuada. Si se trabaja con el grabador en posición vertical estas rebabas serán menores. Igualmente se eliminan con un rascador.</li> </ul> 
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>P. de alta densidad</i>, líneas bastante profundas, nerviosas, anchas, dibujísticas, formadas por pequeñísimas líneas paralelas muy juntas. Rebaba marcada. Con muela cónica se incide un poco más y da una línea muy sinuosa.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- P. <math>\downarrow</math>densidad, profundiza bastante y da un tipo de incisión formada por finas líneas paralelas. Línea un poco más ancha que con las fresas, nerviosa.</li> </ul>
	<p><u>Muela de carburo de silicio en forma de disco.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- P. <math>\uparrow</math>densidad, incisión de profundidad similar, pero se produce una mayor modulación de la línea, con más textura a base de líneas finas paralelas.</li> <li>- P. <math>\downarrow</math>densidad, líneas más profundas, con mayor nitidez, menos rebaba, mayor finura de trazo y textura más marcada.</li> </ul>
	<p><u>Cepillo de alambre:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- P. <math>\uparrow</math>densidad, casi no profundiza, da un área texturada con un tipo de grafismo muy ancho, formado por finas líneas paralelas y un halo en derredor. Al grabar produce menos rebaba pero desprende bastante polvillo.</li> <li>- P. <math>\downarrow</math>densidad, da una zona ligeramente incidida, un área texturada formada por finísimas líneas, apenas apreciables.</li> </ul>
	<p><u>Cepillo de cerdas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- P. <math>\uparrow</math>densidad, no incide en absoluto.</li> <li>- P. <math>\downarrow</math>densidad, incide creando una sutil textura rayada, poco apreciable, profundiza levemente.</li> </ul>
TÉRMICOS	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- P. <math>\uparrow</math>densidad, este plástico es muy sensible al calor, por lo que al incidir con el pirograbador reblandece en seguida, creando una peculiar textura de tipo "gomosa", con tallas en las que se acumula rebaba de forma irregular. Aunque se profundiza bien en él, a veces el soldador puede embotarse, quedando el material adherido en la punta, que habrá que ir limpiando. Produce olor y humo.</li> <li>- P. <math>\downarrow</math>densidad, aunque no se diferencia mucho del P. de alta densidad, es un poco más dúctil al paso del soldador. Produce también un tipo de incisión irregular, con rebaba, y si se mantiene en su superficie da lugar a una textura similar a la del pegamento. Produce humo y olor.</li> </ul>
	<p><b>LLAMA DIRECTA:</b></p>
	<p>Modifica la superficie reblandeciéndola, permitiendo realizar impresión de texturas.</p>
	

# POLIPROPILENO (resinas sintéticas) termoplásticos

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>BURILES:</b></p> <p>Se produce una gran cantidad de rebaba que queda fijada en torno a la línea incidida, siendo de difícil eliminación. El tipo de incisión que da es muy rugosa.</p>	
	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Es dúctil, muy fácil de tallar, da lugar a incisiones muy nítidas y finas. El excavar áreas extensas con la gubia en U puede ser un poco laborioso, pero se consigue también una nitidez de talla.</p>	
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Da incisiones finas pero con relieve. Con velocidad alta (4) así como con fresa de carburo de wolframio es apreciable la profundidad de la talla, bastante mayor que a una velocidad inferior (2). Se crean líneas punteadas, nerviosas, con desprendimiento de rebabas formadas por una especie de pelusilla.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Se obtienen incisiones más profundas y anchas que con las fresas, formadas por finas líneas paralelas. Produce bastante rebaba. Con muela cónica es mayor el punteado de las líneas.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Líneas un poco más profundas y nítidas, con menos rebaba, más texturadas y de trazo más dibujístico.</p>	
	<p><u>Cepillo de alambre:</u> Produce un área texturada poco excavada y formada por finísimas líneas paralelas. Forma una especie de halo.</p>	



	<p><u>Cepillo de cerdas</u>: Incide de forma leve. Elimina la textura rugosa de la superficie del material. Si se presiona más se puede conseguir una incisión ancha pero no muy profunda, con una rebaba marcada.</p>
<p>TÉRMICOS</p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Reblandece enseguida en contacto con la punta caliente del soldador, por lo que se graba con él de forma extremadamente fácil, dando lugar a líneas muy sinuosas, con rebaba acumulada en sus bordes de forma irregular. Un problema es que a consecuencia del calor la plancha se ondula.</p> 
	<p><b>LLAMA DIRECTA:</b></p>
	<p>- Reblandece el material y es posible realizar impresión de texturas. Se deforma notablemente por el calor, por lo que se dificulta la impresión.</p>
<p>QUÍMICOS</p>	<p><b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS:</b></p>
	<p>- La aplicación de <i>acetona</i> sobre su superficie la vuelve ligeramente más rugosa.</p>




# POLIESTIRENO

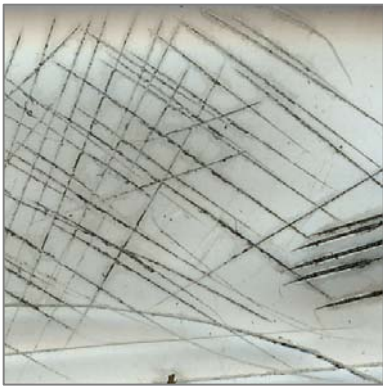
(resinas acrílicas)


termoplásticos

MECÁNICOS MANUALES	<b>BURILES:</b>	
	Tanto en el blanco como en el transparente se incide bien. La línea es bastante nítida, aunque al juntarse las tallas el entramado lineal va perdiendo un poco de definición, al acumularse la rebaba.	
	<b>GUBIAS:</b>	
		Se consiguen tallas finas, con talla de sección V, pero no resulta fácil vaciar zonas más amplias, ya que su superficie resulta muy dura.
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b>	
	<p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Con fresa de acero se obtienen líneas finas, producidas por un punteado intermitente, poco profundas, bastante nítidas, con poca rebaba. Con la de carburo de wolframio la profundidad es mayor y da lugar a trazos ligeramente rugosos y punteados. Este tipo de accesorio es muy dúctil para trabajar sobre la superficie del poliestireno, sobre todo para la variedad opaca.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Trazo mucho más ancho, formado por líneas juntas y finas. La profundidad es mayor que con el uso de las fresas. Produce olor al incidir.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Muy similar a la anterior en cuanto a profundidad y textura. Trazo más dibujístico. Produce un poco más de rebaba.</p>	
	<p><u>Cepillo de alambre</u>: Profundiza con facilidad, dando lugar a incisiones bastante anchas, con un halo. Se produce rebaba en derredor, que puede eliminarse con un rascador, quedando en el interior de las tallas una textura rugosa. Pueden dar lugar tanto a líneas anchas como a áreas texturadas.</p>	

	<p>En el poliestireno blanco (en la cara más lisa) da lugar a trazos con mucha rebaba, muy rugosos.</p>
	<p><u>Cepillo de cerdas</u>: Incide de forma leve. Da lugar a un área texturada a base de líneas muy finas y con un poco de rebaba.</p>
<p>TÉRMICOS</p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p>
	<p>Es un plástico muy dúctil para grabar con el soldador, funde volviéndose transparente, con un característico olor a cera. Se profundiza en él con facilidad, logrando incisiones sinuosas y muy irregulares, con rebaba acumulada en los bordes de la talla, de forma que queda más elevada que la superficie de la matriz. El fondo de la incisión también queda texturado. Se pueden vaciar sin dificultad áreas extensas, quedando entonces más rebaba acumulada en los bordes.</p>
	<p><b>LLAMA DIRECTA:</b></p>
<p>Es muy dúctil al calor; su superficie se calienta y reblandece rápidamente, conservando alta su temperatura una vez expuesta a la llama, lo cual posibilita la impresión de texturas con profundidad.</p>	
<p>QUÍMICOS</p>	<p><b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS:</b></p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La aplicación directa de <i>acetona</i> deja su superficie ligeramente más rugosa. Con la inmersión de la plancha por espacio de 12 horas produce la disolución de la capa superficial, quedando pegajosa. Al rascar ligeramente se puede eliminar esta capa, el plástico queda opaco, mate y de color blanco (en el caso del poliestireno transparente), aunque no hay un gran cambio en cuanto a su textura. Sumergida en acetona por espacio de 48 horas la plancha pierde su planitud, se vuelve totalmente rugosa, quebradiza, flexible y mate.</li> <li>- La aplicación de <i>Cloroformo</i> y de <i>Tricloroetileno</i> producen un efecto inmediato, reblandeciendo su superficie, lo que permite tallarla más fácilmente con gubias sin que resbalen las herramientas y también texturarla con otros útiles. Si se aplican sobre zonas ya incididas, pueden llegar a provocar la desaparición de las tallas, sobre todo si éstas no son muy profundas. La superficie se vuelve más rugosa, pero si se trata del poliestireno transparente con una cara granulosa (arraglás), la convierte en lisa.</li> </ul>

**METACRILATO** (resinas acrílicas) termoplásticos


<b>MECÁNICOS MANUALES</b>	<p><b>BURILES:</b></p> <p>Es el plástico más apropiado para ser incidido con buril, pues da lugar a líneas extremadamente nítidas y se profundiza en él sin dificultad. Es un excelente sustituto de las maderas duras para este fin.</p>	
	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>El trabajo con gubias sobre su superficie es muy dificultoso, ya que el material ofrece mucha resistencia y se resbalan las herramientas. Sólo es posible obtener incisiones finas y de corto recorrido y es prácticamente imposible vaciar áreas extensas. Los surcos que se obtienen son nítidos con sección en V.</p>	
<b>MECÁNICOS ELÉCTRICOS</b>	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p>	
	<p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Se puede profundizar bastante con ambos tipos de fresa y da lugar a líneas nítidas, finas y sin rebaba, moduladas. Si se realiza de forma rápida produce líneas a base de punteados.</p>	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incisiones más anchas, más profundas, similares a las producidas por el trazo de un pincel. Nitidez, ausencia de rebabas. Con trazo rápido se producen pequeñas rayas paralelas.</p>	
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Mayor profundidad, más ancha de línea, con textura casi inapreciable.</p>	
	<p><u>Cepillo de alambre:</u> Incide con facilidad, produciendo tallas profundas y nítidas, anchas y de trazos rugosos, como pinceladas. Se puede realizar con este accesorio tanto líneas como áreas texturadas, que estarán formadas por pequeñas rayas muy juntas.</p>	
<p><u>Cepillo de cerdas:</u> Incide dando lugar a una talla que puede ser profunda, similar a la obtenida por el cepillo de alambre, ancha y bastante nítida, es decir, ausente de rebaba, aunque horada en forma de U.</p>		



TÉRMICOS	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>Es un poco más costoso profundizar en él que en otros plásticos, como el poliestireno, el PVC espumado, el polipropileno o el poliéster, ya que el contacto de la punta caliente con su superficie ha de ser más prolongado. Produce una incisión con bastante rebaba, muy rugosa.</p>
	<p><b>LLAMA DIRECTA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se granula la superficie al insistir sobre ella con la llama. Se ablanda el material considerablemente lo que nos permite modificarlo, imprimiendo texturas, perforando la matriz, etc. Como ocurre con otros plásticos, la superficie se mantiene caliente durante un corto espacio de tiempo, por lo que hay que actuar de forma rápida.</li> <li>- La combustión de <i>pegamento</i> sobre la superficie del metacrilato deja una textura granulosa, al quedar carbonizado, y puede incluso llegar a deformar la plancha si se utiliza una cantidad excesiva que la recaliente y derrita.</li> </ul> 
QUÍMICOS	<p><b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La <i>acetona</i> aplicada sobre su superficie no produce efecto ninguno. Al sumergirla durante 12 horas en este disolvente forma una capa superficial de color blanco que se elimina con facilidad, apareciendo un cambio textural en el metacrilato (ya sea el transparente o el blanco), pues su superficie se vuelve granulosa aunque continua siendo brillante.</li> <li>- El <i>tricloroetileno</i> deja su superficie ligeramente menos satinada, lo que puede ayudar a que retenga mejor la tinta cuando se realice la impresión.</li> </ul>

# POLIÉSTER

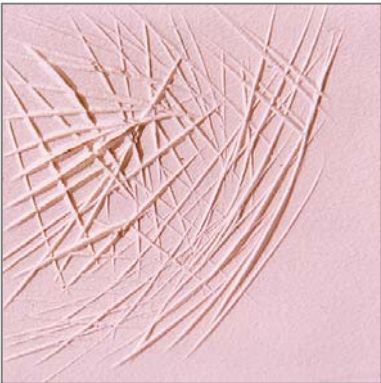
(resinas sintéticas)



termoplásticos

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>BURILES:</b></p> <p>Se embota la herramienta, por lo que la incisión es dificultosa. La línea producida, aunque no tiene excesiva rebaba, no es nítida sino ligeramente rugosa.</p>
	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Aunque posee una considerable dureza superficial, es más dúctil para la talla, produciendo líneas nítidas y finas aunque no es fácil llegar a profundizar.</p>
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Dan lugar a tallas profundas, finas y nítidas. Si se realiza la incisión con rapidez, se consiguen trazos extremadamente texturados, con líneas a base de un punteado fino intermitente.</p>
	
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Incisiones más anchas y profundas, formadas por pequeñas rayitas de trazo muy suelto. Nitidez y ausencia de rebabas.</p>
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. Línea más nítida, profundidad similar, menos rebaba, trazo modular. Textura más fina.</p>
	<p><u>Cepillo de alambre:</u> Da lugar tanto a áreas texturadas como a líneas anchas, muy sueltas, no muy profundas pero texturadas a base de pequeñas rayas paralelas. Produce un halo en derredor. Desprende bastante polvillo.</p>
<p><u>Cepillo de cerdas:</u> No incide en absoluto.</p>	

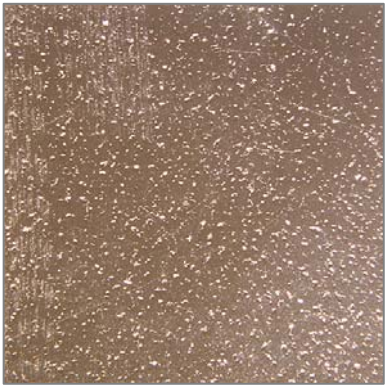
TÉRMICOS	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>De los plásticos estudiados, es el más dúctil a la acción del soldador, ya que resulta muy fácil incidir en él con este foco de calor. La punta se desplaza con increíble facilidad, produciendo surcos con una rebaba rugosa en los bordes, pero bastante regular y que no sobresale excesivamente de la superficie. Se pueden excavar grandes áreas sin dificultad y se consigue una sutil textura, ligeramente rugosa.</p>	
	<p><b>LLAMA DIRECTA:</b></p> <p>- Se reblandece fácilmente la superficie al aplicar un foco de calor, la impresión de texturas es satisfactoria.</p>	
QUÍMICOS	<p><b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS:</b></p> <p>- La aplicación de <i>tricloroetileno</i> deja su superficie bastante más rugosa y mate. Reblandece en el acto, lo que facilita la incisión con gubias. Si se aplica sobre zonas ya incididas se puede llegar a eliminar estas tallas si no son muy profundas.</p>	

**PVC espumado (resinas vinílicas) termoplásticos**

<b>MECÁNICOS MANUALES</b>	<p><b>BURILES:</b></p> <p>Incisiones limpias y profundas, pero si se entrecruzan, se embota la herramienta. Las virutas que quedan fijadas a dichas incisiones y que no se eliminan fácilmente, restan definición al tratamiento lineal.</p>
	<p><b>GUBIAS:</b></p> <p>Constituye una superficie excelente para la talla, ya que es un material bastante blando pero, al mismo tiempo, posee una gran compacidad. Esta ductilidad permite conseguir tallas extremadamente nítidas, con una gran versatilidad en cuanto a grosores de línea, con facilidad para desbastar grandes áreas y para tallar en todas direcciones, al desplazarse la gubia cómodamente sobre su superficie.</p>  <p>Es un material muy apropiado como alternativo a los revestimientos vinílicos y al linóleo, ofreciendo la ventaja de que al ser más rígido es más cómoda la manipulación a la hora de registrar planchas en la sobrepresión de tintas.</p>
<b>MECÁNICOS ELÉCTRICOS</b>	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Línea poco profunda y no muy nítida, de mayor profundidad con fresa de carburo de wolframio. Se aprecian líneas finas paralelas en el trazo, si éste se ha realizado de forma rápida. El núcleo de espuma del interior del plástico rezuma a la superficie, originando líneas muy rugosas.</p>
	<p><u>Muela cilíndrica</u> de óxido de aluminio. Da lugar a incisiones anchas, de poca profundidad. Trazo modulado. Provoca menos rebaba que con la fresa, es decir, que la línea es más nítida. Produce un intenso olor. Utilizando la muela cónica la incisión es un poco más ancha y con un poco más de rebaba.</p>


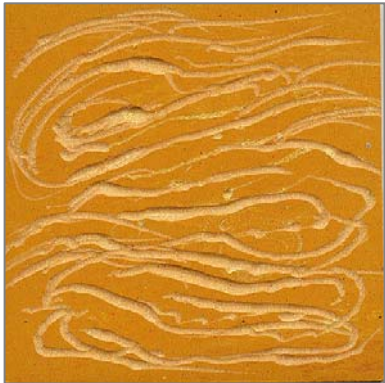
	<p><u>Muela de carburo de silicio</u> en forma de disco. La profundidad de la incisión es mucho mayor. Da mucha más nitidez y finura de línea, y no produce rebaba.</p>
	<p><u>Cepillo de alambre</u>: Se graba fácilmente, profundiza con gran rapidez y da lugar a líneas muy anchas. Provoca polvillo y un peculiar olor, similar al del jabón.</p>
	<p><u>Cepillo de cerdas</u>: Incide profundamente, sobre todo si se presiona un poco y se desplaza el accesorio de forma más bien lenta. Origina una interesante textura granulosa, más o menos como la que dan las colas más carborundum (métodos aditivos), creando cierto halo en derredor, ya que el tipo de desbastado es gradual.</p> 
<p>TÉRMICOS</p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p>
	<p>Se profundiza con increíble facilidad. Produce incisiones no demasiado finas, ligeramente rugosas en los bordes, aumentando esta rugosidad cuanto más se profundiza, pues los bordes en la incisión se elevan, quedando ésta con un reborde que le da una peculiar textura.</p>
	<p><b>LLAMA DIRECTA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al aplicar la llama, la superficie se textura volviéndose rugosa, siempre y cuando se haga con movimientos oscilatorios, tratando de que no se inflame. Si previamente se ha tallado sobre ella, la incisión se expande y los bordes se levantan y endurecen. La plancha queda algo ondulada si la aplicación de la llama se generaliza en áreas extensas, aunque esto se puede corregir aplicando inmediatamente después un peso sobre ella.</li> <li>- Es interesante la textura que se obtiene al aplicar previamente pegamento sobre la superficie y a continuación la llama, trabajándola por pequeñas zonas, pues cuando se trata del empleo del fuego es mejor tener cierta precaución.</li> <li>- Un inconveniente es el fuerte olor y la toxicidad de las emanaciones producidas por la combustión del plástico.</li> </ul> 



QUÍMICOS	<b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS:</b>	
	<p>- La aplicación directa de <i>acetona</i> no tiene efecto alguno, sin embargo si se sumerge la plancha por espacio de 12 horas se reblandece considerablemente, se expande y aumenta un tercio su espesor, no experimentando cambio alguno su textura. Al volverse más blando se facilita ligeramente la talla con gubias, permite profundizar mejor, las tallas siguen siendo nítidas aunque menos finas.</p>	
	<b>OTROS:</b>	
	<p><u>Impresión de texturas en frío:</u> Es otra característica particular y diferencial de este plástico, que permite, dada su ductilidad, imprimir sobre su superficie materiales tales como papeles de lija de diferentes grosores, cuerdas, etc, al ejercer presión con el tórtulo.</p>	

## PVC revestimientos vinílicos

termoplásticos

MECÁNICOS MANUALES	<p><b>BURILES:</b></p> <p>Aunque se incide sin esfuerzo, la talla queda con una ligera rebaba en el borde. Dado que en el recorrido de la incisión la viruta que se forma no se desprende sino que se mantiene al final de dicha incisión, si se realiza entrecruzado de líneas se van acumulando las virutas y se forma bastante rebaba. Es más recomendable el empleo de gubias en V en estos tipos de materiales si se quiere conseguir un tipo de incisión nítida y fina.</p>
	<p><b>GUBIAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Somplan 100</i>, incisiones finas y nítidas. Desbasta con facilidad.</li> <li>- <i>Somplan Toro 2000</i>, se consiguen tallas muy nítidas y finas. Puede vaciar áreas extensas sin ninguna dificultad. Bordes de la incisión delimitados.</li> <li>- <i>Deliplan</i> y <i>Sintasol Record</i>, incisiones muy finas y nítidas. Se vacían grandes áreas.</li> <li>- <i>Dalflex</i>, al ser más dura la superficie de este material, permite realizar incisiones extremadamente finas, aunque se dificulta más si se quiere profundizar para vaciar zonas más amplias.</li> </ul> <div style="text-align: right;">  <p>PVC revestimientos Dalflex</p> </div>
MECÁNICOS ELÉCTRICOS	<p><b>GRABADOR ELÉCTRICO:</b></p> <p><u>Fresa semiesférica</u> de acero y de carburo de wolframio. Con la fresa de carburo de wolframio siempre será mayor la profundidad de incisión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Somplan 100</i> líneas bastante anchas, profundas, no nítidas y con rebaba que se elimina fácilmente.</li> <li>- <i>Somplan Toro 2000</i>, al estar reforzado con fibra de vidrio, la incisión es ligeramente más costosa, da lugar a líneas finas.</li> <li>- <i>Deliplan</i> da rebaba e incide poco.</li> <li>- <i>Sintasol Record</i> líneas nítidas y de profundidad media.</li> <li>- <i>Dalflex</i>, líneas profundas y con rebaba en la fresa de acero; con la de wolframio apenas profundiza.</li> </ul> <div style="text-align: right;">  <p>PVC revestimientos Dalflex</p> </div>

Muela cilíndrica de óxido de aluminio.

- Somplan 100 líneas anchas, formadas por rayitas finas, trazo modulado, profundas.
- Somplan Toro 2000, líneas anchas, nítidas.
- Deliplan líneas profundas, anchas, no muy nítidas, textura de finas líneas.
- Sintasol Record líneas anchas formadas por rayitas finas, trazo modulado, profundas.
- Dalflex, líneas finas y profundas, nítidas.



PVC revestimientos  
Somplan 100

Muela de carburo de silicio en forma de disco. En todas las marcas se logra con este accesorio líneas más nítidas y con mayor profundidad.

Cepillo de alambre: Todos sueltan bastante polvillo con su uso.

- Somplan 100, se profundiza bastante bien, aunque da un tipo de línea bastante gruesa y difuminada, sin rebaba.
- Somplan Toro 2000, se incide bien, profundidad de talla, nitidez, líneas anchas, con textura.
- Deliplan menor profundidad que el anterior, trazos muy anchos con textura a base de rayas finas, líneas moduladas.
- Sintasol Record, líneas anchas, nítidas, sin rebaba, profundas. Se incide muy bien.
- Dalflex, líneas anchas y profundas, con algo de rebaba. Deja un ligero trazo de líneas finas.



PVC revestimientos  
Somplan Toro 2000

Cepillo de cerdas: velocidad (2). En todos produce bastante rebaba.

- Somplan 100, profundiza poco.
- Somplan Toro 2000, ausencia total de nitidez, profundidad media.
- Deliplan, poca profundidad pero con bastante nitidez.
- Sintasol Record, sin nitidez, al presionar profundiza como el cepillo de alambre.
- Dalflex, puede llegar a profundizar bastante, dando lugar a una incisión ancha, con rebaba, muy texturada, a base de líneas juntas.

<p><b>TÉRMICOS</b></p>	<p><b>PIROGRABADOR:</b></p> <p>En general se embota mucho la herramienta, se acumula el material al producir por el calor una masa gomosa. La rebaba es muy irregular. Se produce humo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Somplan 100</i>, se puede profundizar. Da lugar a rebabas acumuladas de forma irregular.</li> <li>- <i>Somplan Toro 2000</i>, se trabaja mal, produce rebaba difícil de eliminar.</li> <li>- <i>Deliplan</i>, no es fácil obtener un trazo lineal continuo ya que el material ofrece mucha resistencia. Se consiguen trazos cortos, con mucha rebaba acumulada de forma irregular que es difícil de eliminar.</li> <li>- <i>Sintasol Record</i>, produce rebaba de consistencia gomosa que se acumula de forma irregular. Humo y olor intenso.</li> <li>- <i>Dalflex</i>, ofrece resistencia a la incisión, se embota la herramienta pero la rebaba no es de consistencia gomosa sino que se adhiere a la incisión, eliminándose en el acto al enfriarse. La rebaba es seca pero el borde queda rugoso, no es como en el linóleo que se puede eliminar. La talla es controlable y se puede conseguir el vaciado de zonas más o menos extensas, con incisión rugosa pero más nítida que con el resto de PVC flexibles.</li> </ul>
<p><b>QUÍMICOS</b></p>	<p><b>PROCEDIMIENTOS QUÍMICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al aplicar <i>acetona</i> sobre la superficie del revestimiento vinílico <i>Dalflex</i> la vuelve rugosa.</li> <li>- Si se aplica <i>Tricloroetileno</i> en vez de acetona, deja su superficie muy rugosa.</li> </ul>

## VII.5. VALORACIÓN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN CADA TIPO DE MATERIAL A TRAVÉS DE SU ESTAMPACIÓN.

En este apartado se muestra una selección de las estampaciones de las matrices. Hemos tenido en cuenta para su análisis factores tales como el interés plástico de la técnica, las aportaciones en cuanto a texturas, calidades de línea, aspectos innovadores, etc. La descripción se ha realizado de forma escueta, teniendo en cuenta que ya se habían detallado los procedimientos anteriormente.

Cuatro han sido los aspectos reseñados:

1. Descripción de la línea y de la mancha.
2. Textura propia de la matriz, sin intervención alguna.
3. Forma de entintado.
4. Aportación plástica.

Las imágenes mostradas suponen la materialización de los procedimientos descritos en el apartado anterior y sirven de pauta para elegir las matrices e instrumental que se emplearán en las estampaciones finales (*ver Anexo*).

## Buriles

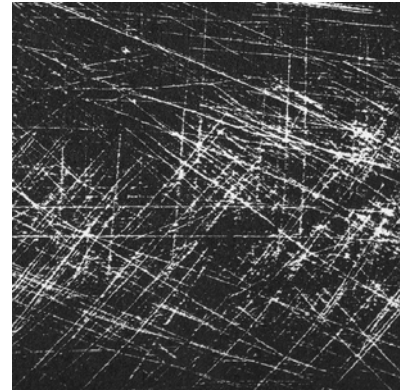
---

### Boj (*contrafibra*)

---

1

- LÍNEA MUY FINA
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO A CAPAS MUY FINAS CON RODILLO DURO
- DELICADEZA DE LÍNEA



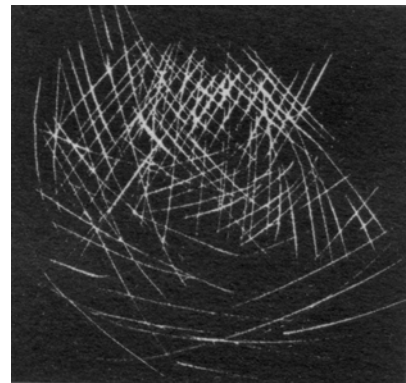
---

### Formica (*Surell*)

---

2

- LÍNEA MUY FINA
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO A CAPAS MUY FINAS CON RODILLO DURO
- MARCADA DELICADEZA DE LÍNEA



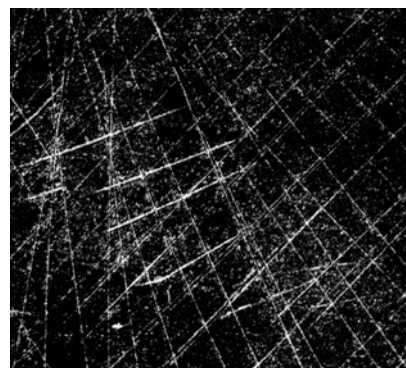
---

### Metacrilato

---

3

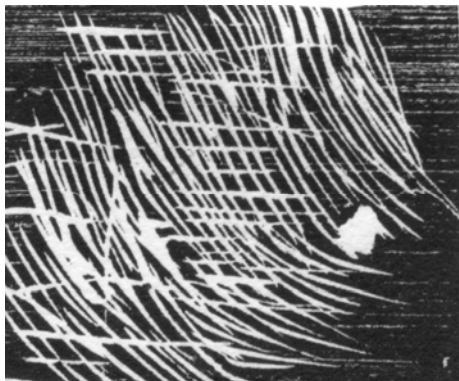
- LÍNEA MUY FINA
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO A CAPAS MUY FINAS CON RODILLO DURO
- MARCADA DELICADEZA DE LÍNEA



## Gubias

4

Boj (a fibra)



FINURA DE LÍNEAS -

SUTIL PERO MARCADA TEXTURA DE LA MADERA -

ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO -

DELICADEZA TEXTURAL Y DE LÍNEA -

5

Caoba



LÍNEAS NO EXCESIVAMENTE FINAS -

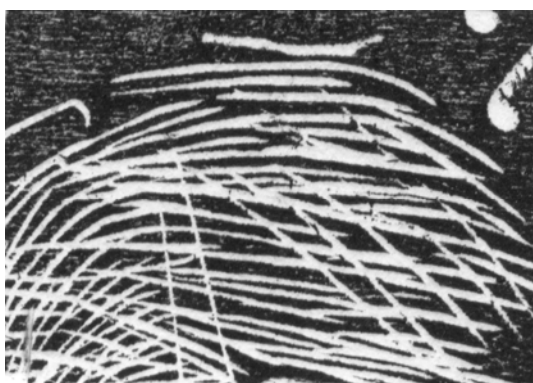
TEXTURA DE POROS MUY MARCADOS -

ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO -

VISTOSIDAD TEXTURAL -

6

Contrachapado (Haya)



LÍNEAS NÍTIDAS -

VETA SUTIL AUNQUE MARCADA -

ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO -

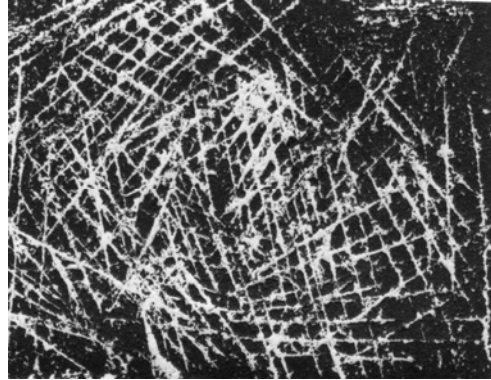
VISTOSIDAD TEXTURAL -

## Gubias

### Aglomerado

7

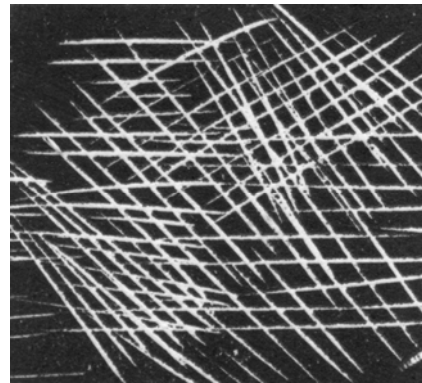
- LÍNEA QUEBRADA Y MUY RUGOSA
- TEXTURA FIBROSA MARCADA
- ENTINTADO CUBRIENTE CON RODILLO BLANDO
- INTERÉS TEXTURAL DE LÍNEA Y DE MANCHA



### Linóleo (*Umbro*)

8

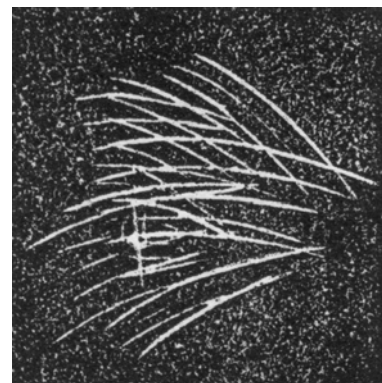
- LÍNEA NÍTIDA CON GROSOR DIVERSO
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO/DURO
- LÍNEA Y HOMOGENEIDAD



### Linóleo (*Marmoleum Cork*)

9

- LÍNEA NÍTIDA NO MUY FINA
- TEXTURA GRANULAR MUY MARCADA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- INTERÉS TEXTURAL DE MANCHA

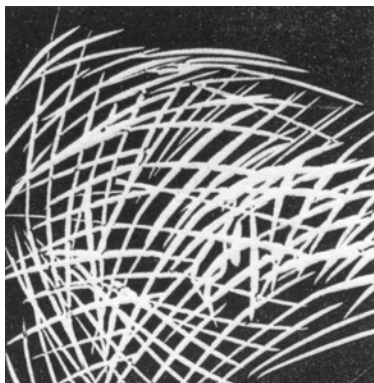




## Gubias

10

Polietileno (*baja densidad*)



DUCTILIDAD DE LÍNEA -

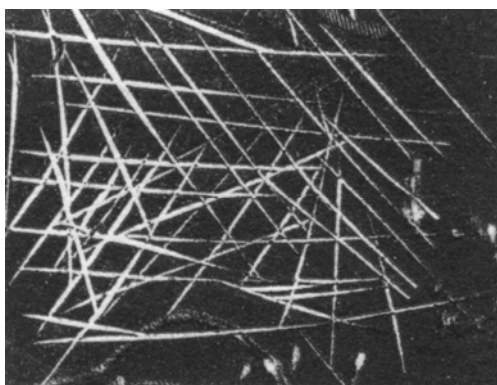
TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO DURO -

LÍNEA -

11

Poliéster



VERSATILIDAD DE LÍNEA -

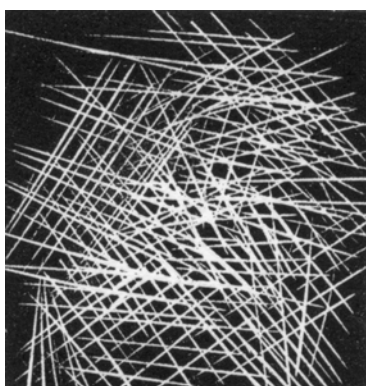
TEXTURA HOMOGÉNEA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO DURO -

LÍNEA -

12

PVC revestimientos (*Sintasol Record*)



EXTREMADA DELICADEZA LINEAL -

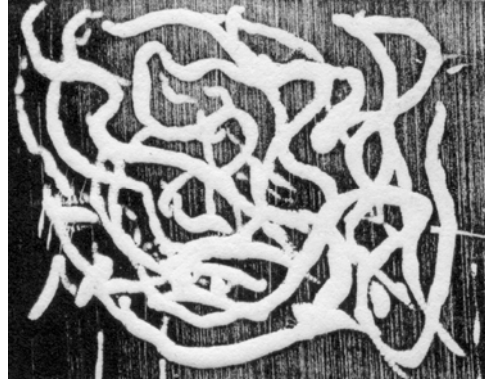
TEXTURA HOMOGÉNEA -

ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO -

LÍNEA Y HOMOGENEIDAD -

***Grabador eléctrico // fresa esférica - carburo wolframio*****Pino Melis****13**

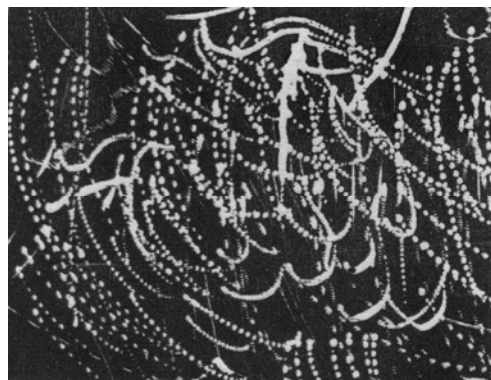
- LÍNEA MONÓTONA, ANCHA Y MARCADA
- TEXTURA VETEADA VISTOSA
- ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO
- INTERÉS TEXTURAL DE MANCHA

***Ébano (a fibra)*****14**

- LÍNEAS MUY FINAS Y TEXTURADAS
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO
- INTERÉS DE LÍNEA (RAYAS FINAS PARALELAS)

**Baquelita****15**

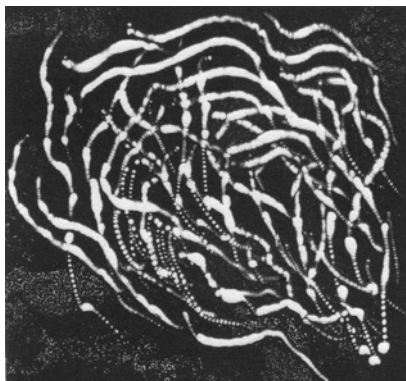
- LÍNEAS MUY TEXTURADAS Y VERSÁTILES
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO DURO
- INTERÉS DE LÍNEA (PUNTEADOS)



## *Grabador eléctrico // fresa esférica - carburo wolframio*

16

Formica (*Grabable*)



LÍNEA MODULADA -

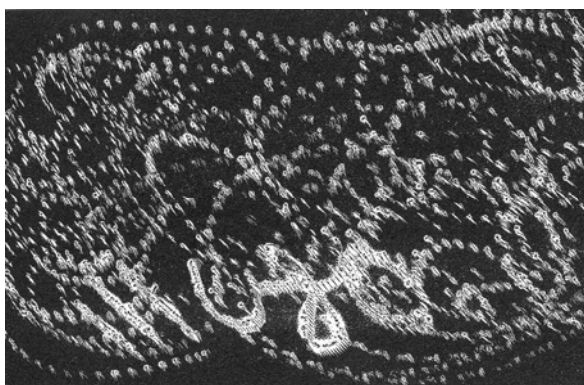
TEXTURA HOMOGÉNEA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO DURO -

LÍNEA -

17

Poliestireno



LÍNEA MUY TEXTURADA Y DÚCTIL -

TEXTURA HOMOGÉNEA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO DURO -

LÍNEA -

18

Poliéster



LÍNEA TÉXTURADA Y DÚCTIL -

TEXTURA HOMOGÉNEA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO DURO -

LÍNEA -

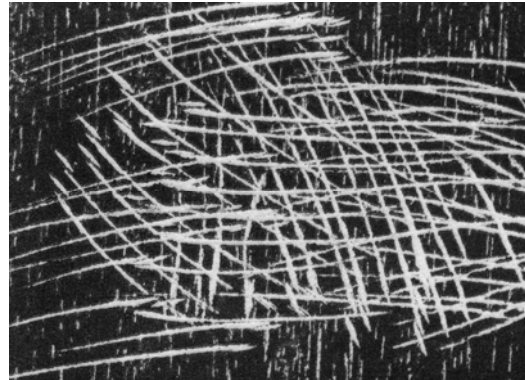
## *Grabador eléctrico // muela de óxido de aluminio*

---

Caoba

19

- LÍNEAS FINAS
- TEXTURA DE POROS MUY MARCADOS
- ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO
- VISTOSIDAD TEXTURAL



---

Cerezo (*a fibra*)

20

- LÍNEA MODULADA, VERSÁTIL Y TEXTURADA
- TEXTURA VETEADA VISTOSA
- ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO
- INTERÉS TEXTURAL DE LÍNEA Y DE MANCHA

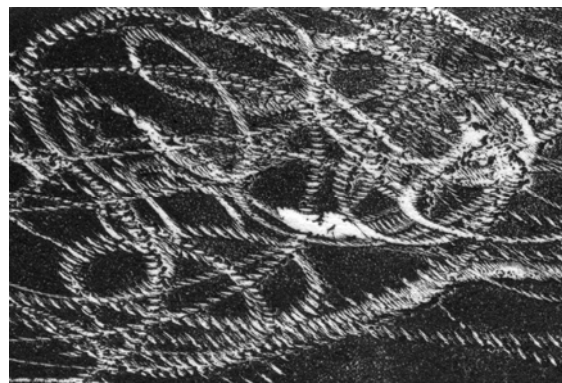


---

Polietileno (*baja densidad*)

21

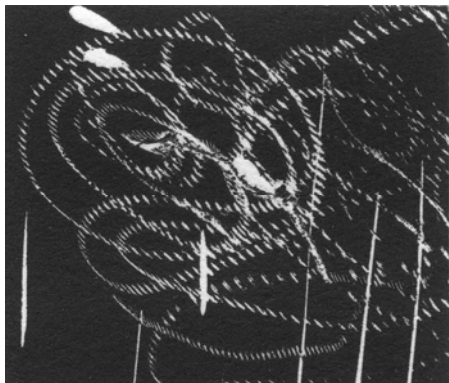
- LÍNEA MUY TEXTURADA, MARCADA
- TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- INTERÉS TEXTURAL DE LÍNEA



## Grabador eléctrico // muela de óxido de aluminio

22

Polietileno (*Alta densidad*)



LÍNEA MUY TEXTURADA, MARCADA -

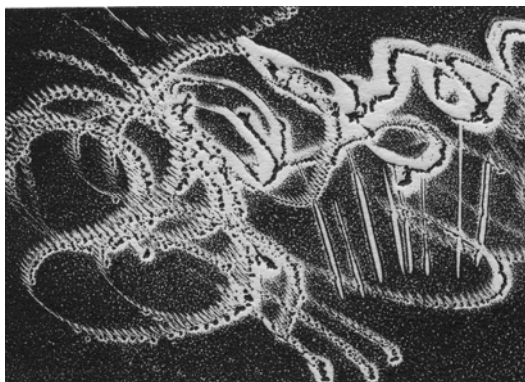
TEXTURA HOMOGÉNEA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO -

LÍNEA -

23

Polipropileno



LÍNEA DÚCTIL -

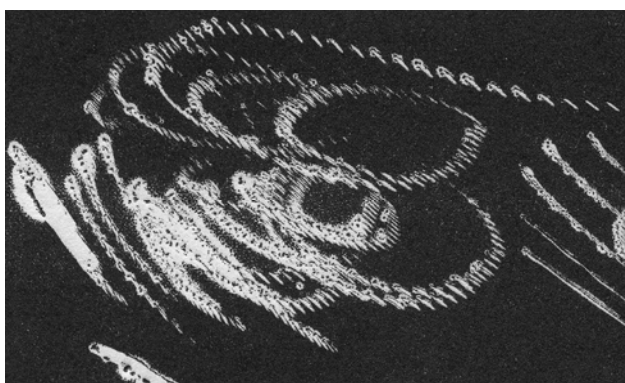
TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO -

LÍNEA (INFLUENCIA DE LA REBABA) -

24

Poliestireno



LÍNEA TEXTURADA, DUCTILIDAD -

TEXTURA HOMOGÉNEA -

ENTINTADO CON RODILLO BLANDO -

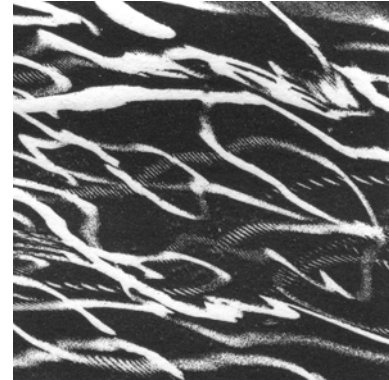
LÍNEA (INFLUENCIA DE LA REBABA) -

## *Grabador eléctrico // muela de carburo de silicio*

### **Goma Pirelli**

25

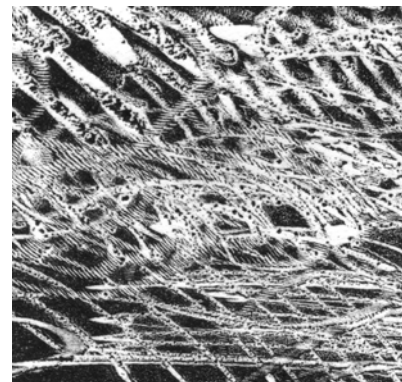
- LÍNEAS EXTREMADAMENTE DÚCTILES
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- LÍNEA



### **Poliestireno**

26

- FUNDIDO DE LÍNEAS
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- VISTOSIDAD TEXTURAL DE LÍNEA



### **PVC espumado**

27

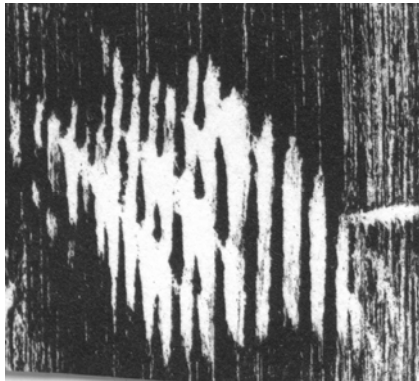
- LÍNEAS DE CONTORNOS DIFUSOS
- TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- LÍNEA



## Grabador eléctrico // cepillo de alambre

28

Alerce



ACENTÚA EL VETEADO DE LA MADERA -

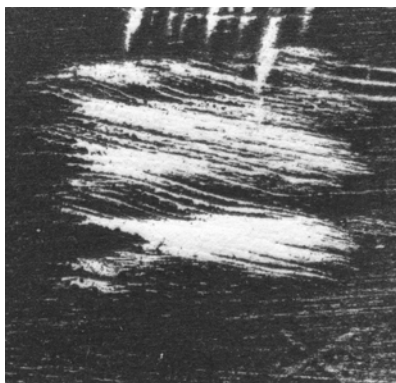
MARCADA TEXTURA DE LA VETA -

ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO -

INTENSIFICACIÓN DE LA VETA -

29

Tilo



LÍNEA GESTUAL, SUTIL Y DIFUMINADA -

TEXTURA LIGERAMENTE VETEADA -

ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO -

LÍNEA -

30

Contrachapado (*Haya*)



TEXTURA LA SUPERFICIE DE LA MADERA -

VETA SUTIL AUNQUE MARCADA -

ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO -

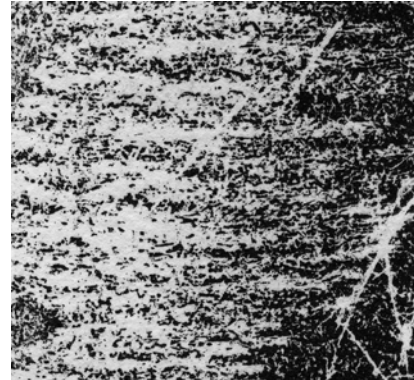
LÍNEA Y MANCHA -

## *Grabador eléctrico // cepillo de alambre*

### **Aglomerado**

31

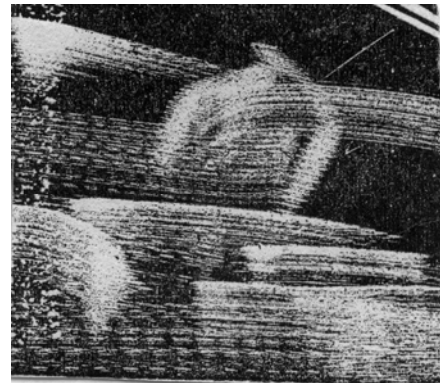
- DA LUGAR A UN ÁREA TEXTURAL
- TEXTURA INTÉNSAMENTE GRANULADA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- MANCHA



### **PVC espumado**

32

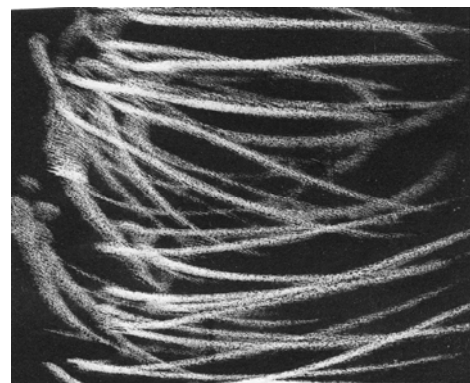
- TRAZOS DE MARCADAS LÍNEAS FINAS Y DIFUMINADAS, CREANDO ÁREAS
- TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- ÁREAS TEXTURALES



### **PVC revestimientos (Toro 2000)**

33

- LÍNEAS DIFUMINADAS
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- LÍNEA





## *Grabador eléctrico // cepillo de cerdas*

34

**Contrachapado (Calabó)**



LÍNEAS FINAS DE TRAZO DIFUMINADO -

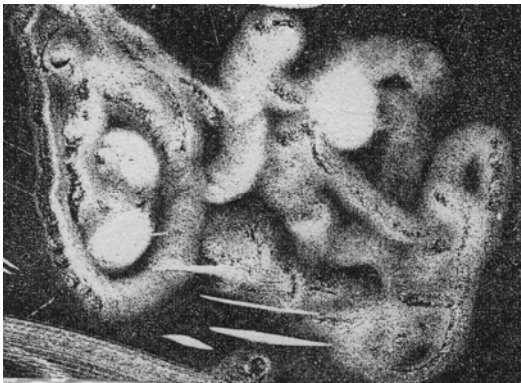
TEXTURA CON POROS MARCADOS -

ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO -

LÍNEAS Y MANCHA -

35

**PVC espumado**



CREA ÁREAS TONALES DIFUMINADAS -

TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO -

INTERÉS TEXTURAL DE LA MANCHA -

36

**Polipropileno**



LÍNEAS DIFUMINADAS Y ÁREAS TONALES -

TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO -

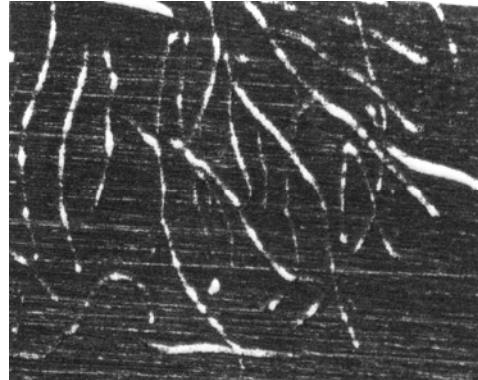
LÍNEA Y MANCHA -

## Pirograbador

### Abedul

37

- LÍNEAS ESTREMADAMENTE DELICADAS
- TEXTURA DE VETEADO SUTIL
- ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO
- LÍNEA



### Balsa

38

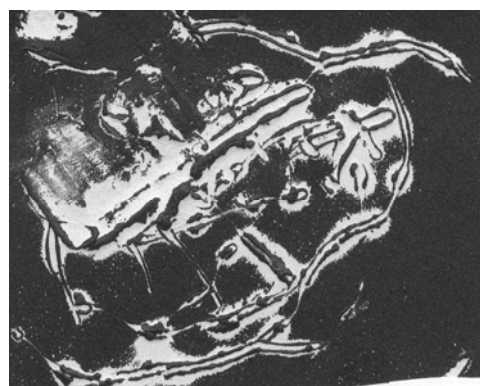
- LÍNEAS TOSCAS Y ANCHAS
- TEXTURA DE POROS MARCADOS
- ENTINTADO A CAPAS FINAS CON RODILLO DURO
- VISTOSIDAD TEXTURAL DE LA MADERA



### Polietileno (*baja densidad*)

39

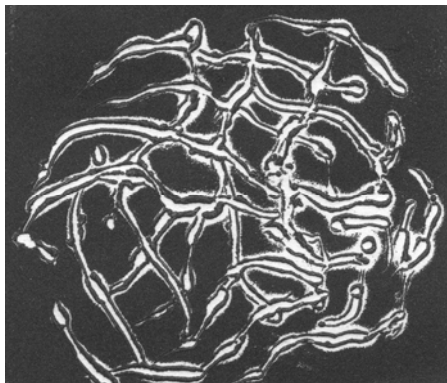
- DOBLE LÍNEA CON UN HALO ALREDEDOR
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- LÍNEA (INFLUENCIA DE LA REBABA)



## Pirograbador

40

Polipropileno



DUCTILIDAD, DOBLE LÍNEA CON HALO -

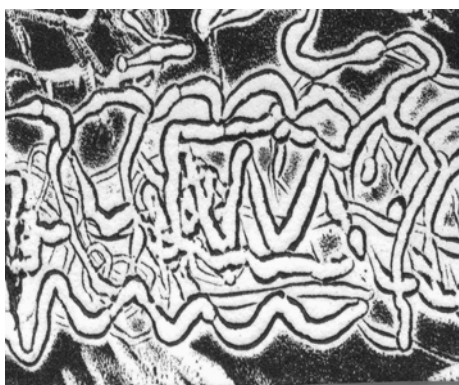
TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO -

LÍNEA (INFLUENCIA DE LA REBABA) -

41

Poliestireno



DOBLE LÍNEA MUY MARCADA -

TEXTURA HOMOGÉNEA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO -

LÍNEA (INFLUENCIA DE LA REBABA) -

42

Poliéster



DUCTILIDAD, DOBLE LÍNEA CON HALO -

TEXTURA HOMOGÉNEA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO -

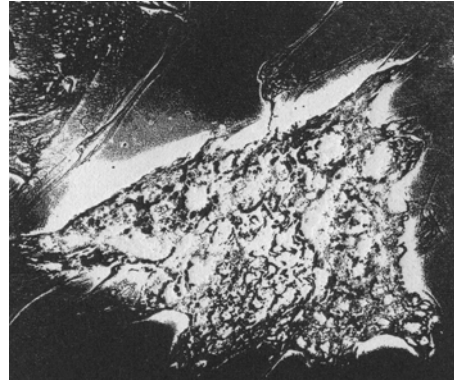
LÍNEA (INFLUENCIA DE LA REBABA) -

## *Llama directa*

### **Metacrilato**

(aplicación previa de pegamento) 43

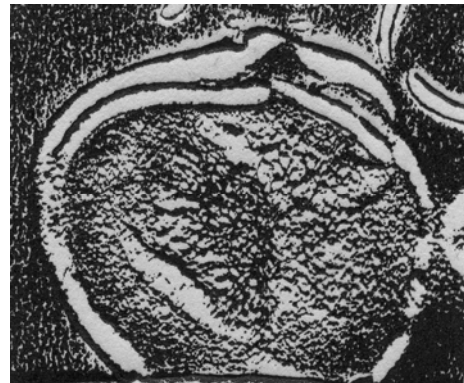
- MANCHA CON DIVERSOS Matices TONALES
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- MANCHA



### **PVC espumado**

44

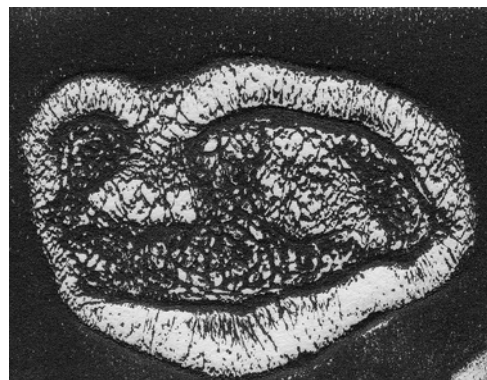
- INTENSO GRANEADO DE LA SUPERFICIE
- TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- MANCHA Y LÍNEA



### **PVC espumado**

(aplicación previa de pegamento) 45

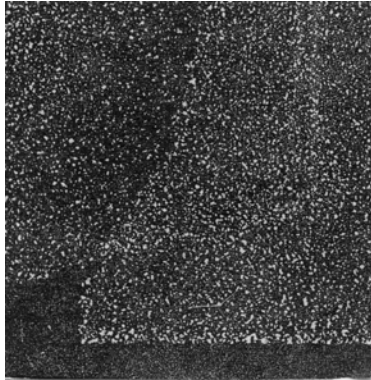
- ÁREAS TONALES MUY TEXTURADAS
- TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- MANCHA



## Impresión de texturas

46 (impresión en frío)

PVC espumado



GRANEADO DE LA SUPERFICIE (EMPLEO DE ESMERIL) -

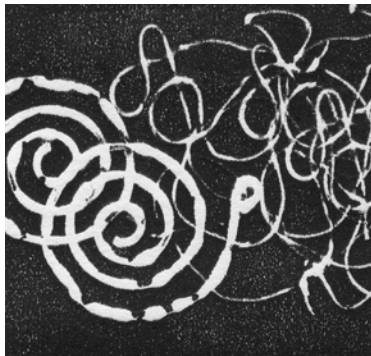
TEXTURA LIGERAMENTE GRANULADA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO -

MANCHA -

47 (impresión en frío)

PVC espumado



IMPRESIÓN DE OBJETOS -

TEXTURA LIGERAMENTE GRANEADA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO -

IMPRONTA DEJADA POR EL OBJETO -

48 (impresión con calor)

Poliéster



IMPRESIÓN DE UN OBJETO -

TEXTURA HOMOGÉNEA -

ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO -

IMPRONTA DEJADA POR EL OBJETO -

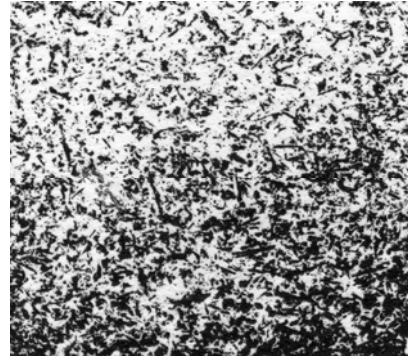
## Ácidos y disolventes

### Aglomerado

(ácido nítrico)

49

- GRANEADO INTENSO DE LA SUPERFICIE
- TEXTURA MARCADAMENTE GRANULADA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- MANCHA

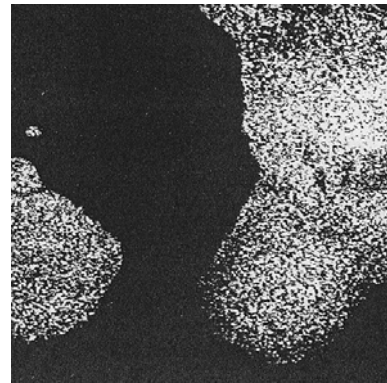


### Linóleo

(sosa cáustica)

50

- CREA ÁREAS TONALES GRANULADAS
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- ÁREAS TEXTURALES

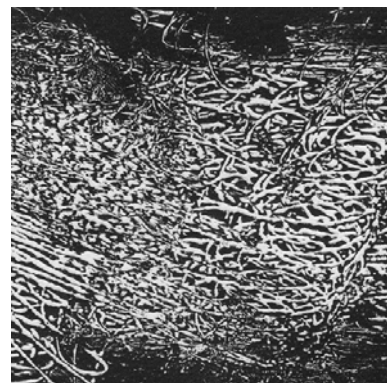


### Poliestireno

(cloroformo)

51

- DUCTILIDAD, DOBLE LÍNEA CON HALO
- TEXTURA HOMOGÉNEA
- ENTINTADO MEDIO CON RODILLO BLANDO
- MANCHA Y LÍNEA (INFLUENCIA REBABA)





## CONCLUSIONES





## CONCLUSIONES

Llegar a este punto de la tesis significa contar con una evidencia contrastada: que los objetivos planteados en un principio daban lugar a propuestas válidas y aptas para las técnicas del grabado en relieve sustractivo. Ello, no obstante, ha supuesto que a lo largo de todo el proceso de recopilación de datos y durante la fase de experimentación se dieran diferentes cambios, tanto en su concepción inicial como en las propuestas finales.

En este sentido, aclararemos que el concepto de “alternativo” inherente al título propuesto en este trabajo ha sido debido, fundamentalmente, a un convencimiento de que se iban a confrontar una serie de materiales, de los que ya conocíamos sus buenas cualidades para el grabado en relieve sustractivo tradicional, y de otros que pensábamos que podían relevarlos, al igual que ocurre en el ámbito industrial con materiales tales como la madera transformada y regenerada, las láminas de melamina, los suelos vinílicos y la aparición de las diferentes variantes de plásticos laminados, que han desplazado en producción a la madera natural y al linóleo.

No obstante, queremos constatar que la elección de uno u otro material va a depender única y exclusivamente del uso que se le quiera dar y del tipo de imagen que se quiera conseguir. Por ello, en una valoración global de toda esta investigación diremos que se amplía el potencial del grabado en relieve respecto a su concepto tradicional, al

abarcar toda una gama de materiales reconocidos como propios y otros de uso alternativo, que hasta ahora no se habían descrito para esta técnica y que, sin lugar a dudas, seguirán viendo ampliar su número en un futuro.

Hemos de considerar que los materiales con los que se ha trabajado no han sido concebidos para su uso en el grabado, son materiales destinados a la industria del mueble y de la construcción, principalmente. Por lo tanto, estamos proponiendo un uso derivado, con planteamientos y formas de actuación que alteran las características para los que fueron concebidos y fabricados.

Así pues, una vez realizada toda la investigación teórica y toda la experimentación de materiales, que nos ha permitido investigar en los lenguajes gráficos que podían derivar de la actuación con las diferentes herramientas, cuya reseña queda detallada en el corpus de la tesis, podemos afirmar lo siguiente:

En la madera destacamos como valor positivo sus cualidades en cuanto a textura y variabilidad, en lo que se refiere a grados de dureza, lo cual hace que sea un material muy versátil. La elección de una u otra madera vendrá dada por el tipo de imagen que se pretenda: maderas de textura homogénea y dura permitirán una talla fina y nítida, y otras más blandas y heterogéneas podrán ser empleadas si lo que interesa es la textura. La textura natural de la propia madera se puede acentuar mediante procedimientos manuales o eléctricos.

El tipo de corte de la madera, bien sea en dirección a la fibra o contrario a ella, condicionará el resultado plástico y el instrumental a utilizar.

En las maderas modificadas, al ser materiales con marcadas diferencias según sea su fabricación, hay entre ellos una gran variedad de respuestas a los procedimientos. Una alternativa a la madera natural pueden ser los tableros contrachapados, que permiten trabajar con

mayores formatos y son más asequibles, y de igual forma constituyen una ventaja los de fibras, que pueden ser tallados en cualquier dirección.

En algunos, como el aglomerado, la línea incidida carece de nitidez, pero consideramos que el resultado plástico, el tipo de grafismo obtenido, puede tener interés por sí mismo y también su superficie tiene un valor textural.

El linóleo es el material más utilizado y conocido como alternativo a la madera, dado que al ser un material blando y de textura homogénea, facilita la talla al poder ser incidido en cualquier dirección. Si bien como textura no tiene el atractivo de la madera, su superficie puede ser modificada con sosa cáustica si se quiere conseguir un área tonal.

Resaltamos la aportación que han supuesto los plásticos, gracias a su versatilidad y a la comercialización de gran cantidad de resinas sintéticas con diferente apariencia, formatos, grado de dureza y elasticidad. Los plásticos se adaptan a cualquier procedimiento, mecánico, térmico y químico, y se trabaja sobre ellos con gran libertad y espontaneidad. Como ventajas, citaremos su homogeneidad estructural y su ausencia de porosidad, que hacen innecesaria la preparación previa de la superficie. En algunos casos también destaca su transparencia, que facilita el calco de la imagen.

A grandes rasgos, se puede decir que el grabado en relieve sustractivo tradicional da lugar a un tipo de imagen de complejidad variable, a base de líneas semejantes que sólo varían en su grosor, y de áreas planas blancas y negras. La gradación tonal de mancha no es posible, sólo se puede conseguir un degradado por medio de la línea, que va disminuyendo o aumentando su grosor.

En ese sentido, podemos confirmar en esta tesis la evidencia de una serie de aportaciones técnicas inéditas, que parten de algunas matrices ya empleadas en el grabado en relieve y se contrastan con otras nunca

utilizadas hasta el momento. En muchos casos los procesos se facilitan, evitan complejidades técnicas innecesarias y demuestran que no es necesario un gran esfuerzo técnico para conseguir una imagen.

Hemos visto que los procedimientos eléctricos agilizan el grabado sobre la matriz, con la posibilidad de emplear gran variedad de accesorios que enriquecen los resultados, al ampliar la gama de grafismos. Con ellos se incide de forma cortante pero también abrasiva, lo que supone una diferencia con los métodos tradicionales y, según sea la velocidad de incisión, da lugar a líneas más o menos texturadas y con modulaciones diferentes.

Podríamos señalar que algunos de estos procedimientos tienen como resultado ciertas semejanzas con otras técnicas. Nos referimos al grabado en hueco (aguatinta) y al grabado en relieve por adición matérica (collagraph), lo cual en determinadas ocasiones puede suponer una ventajosa alternativa técnica. No olvidemos que una de las ventajas del grabado en relieve sustractivo es su carácter de procedimiento directo, tampoco con estos materiales interviene el ácido (en el primer caso) ni las colas, que suponen un tiempo de secado (en el segundo).

Una de las aportaciones más importantes de esta tesis es que el lenguaje gráfico del relieve ve ampliada su gama: la línea varía, desde extremadamente finas y nítidas a líneas rugosas, texturadas, de trazo dúctil, y otras muchas posibilidades. La mancha no se consigue sólo con un tratamiento lineal sino que se pueden crear áreas con diferentes texturas y gradaciones tonales. En las imágenes de las matrices y su estampación (apartado VII) vemos cómo se evidencian y describen pormenorizadamente los recursos plásticos que estas técnicas permiten.

A modo de resumen diremos que los plásticos han sido los únicos materiales que respondieron bien a determinadas sustancias químicas, como la acetona, el cloroformo y el tolueno. En el caso del cloroformo, se produce el reblandecimiento inmediato de la superficie del poliestireno

facilitando con ello, y mientras no se volatilice el disolvente, la realización de grafismos con diferentes instrumentos (bruñidores, ruletas, punta seca, espátulas). Si fuera necesario, es posible corregir las formas mediante una nueva aplicación del disolvente.

Como más versátil y dúctil entre los plásticos, destacaremos el PVC espumado. Es posible realizar sobre él impresiones de texturas en frío, consiguiendo efectos similares al collagraph pero con una elaboración más rápida. Con los procedimientos térmicos ha dado muy buenos resultados y como aportación de interés citamos el empleo de llama directa, que consigue gradaciones tonales semejantes a un grabado al aguatinta sobre su superficie. Posee también muy buenas cualidades para la talla, constituyendo un excelente material alternativo al linóleo o los tableros de fibras.

Con los procedimientos tradicionales de talla (gubias), también se han conseguido resultados satisfactorios en muchos de ellos, desde los más blandos (caucho) hasta otros de mayor dureza; destacaremos entre ellos: PVC espumado, poliéster, polietileno, polipropileno, PVC homogéneo flexible. El metacrilato supone una alternativa al grabado a contrafibra con el uso del buril, al igual que ciertas resinas de melamina, de gran dureza (Surell).

A propósito de ello y a la vista del auge que están alcanzando los plásticos, proponemos en esta tesis, como otra aportación personal, la denominación de plastigrafía para las obras de reproducción gráfica que empleen estos materiales como matriz, equiparando dicha denominación a las ya existentes para el uso del linóleo o de la madera (natural o modificada). Sin embargo, la simple denominación de este término no especifica un procedimiento concreto, pues su uso es posible tanto en técnicas de grabado en hueco como de grabado en relieve, por lo que sugerimos que se le añada el término “en hueco” o “en relieve”.

Por último, solamente queda reseñar que esta tesis supone una investigación abierta, ya que se van comercializando nuevos productos que pueden dar lugar a otras matrices y asimismo la tecnología puede ofrecer nuevas herramientas para trabajar sobre ellas.









DIRECTORIO: BIBLIOTECAS, CENTROS Y  
EMPRESAS CONSULTADAS

- BIBLIOTECAS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN
- CASAS COMERCIALES

## **BIBLIOTECAS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN**

- Biblioteca Nacional, P<sup>o</sup> de Recoletos, Madrid.
- Facultad de Bellas Artes. Universidad Complutense de Madrid.
- Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera, s/n, Valencia.
- Facultad de CC. Químicas. U. C. de Madrid.
- Facultad de CC. de la Información, U. C. de Madrid.
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. U. Politécnica de Madrid.
- Escuela Técnica de Ingenieros Forestales. U. Politécnica de Madrid.
- Facultad de Arquitectura. U. P. de Madrid.
- Facultad de Arquitectura Técnica. U. P. de Madrid.
- Biblioteca Pública José Acuña, Madrid.
- Fundación Juan March, C/ Castelló, 77, Madrid.
- Instituto de Polímeros, C/ Juan de la Cierva, 3, Madrid.
- AITIM (Asociación de Investigación Técnica de las Industrias, de la madera y corcho), C/ Flora, 3, 28013 Madrid.
- Centro Washington Irving. P<sup>o</sup> Castellana, 52. Embajada americana en Madrid.
- IVAM (Instituto Valenciano de Arte Moderno), Valencia.
- Centro de Arte Reina Sofía, Madrid.
- ISOC. Centro Superior de Investigaciones Científicas. C/ Pinar, 25. Madrid.
- Instituto de Cerámica y Vidrio (CSIC). Arganda del Rey, Madrid.
- CINDOC (Centro de Información y Documentación Científica). C/ Joaquín Costa, 22, Madrid.
- Calcografía Nacional. C/ Alcalá, 13, Madrid.
- Instituto de Ciencia de Materiales “Eduardo Torroja”. C/ Serrano Galvache, s/n, Madrid.
- Biblioteca del Centro de Arte Georges Pompidou, París.

## CASAS COMERCIALES

- DLW Ibérica ..... Mesena, 18 – Madrid.
- SOMMER..... Avda. Llano Castellano, 13 – Madrid.
- L MÁS M, S.A. .... Veza, 25 – Madrid.
- Grupo EVER ..... San Marcos, 24 -1º – Madrid.
- RESOPAL ..... Cardenal Cisneros, 47 – Madrid.  
Plza. de Cronos, 7 – Madrid.  
Av. Constitución, 172 – Torrejón de Ardoz  
(Madrid).
- Plásticos M-30 ..... Avda. Manzanares, 172 – Madrid
- PLEXI..... Justo Dorado, 8 – Madrid
- LAMIPLAST, S.A. .... Gran Vía Fernando el Católico, 81 – Valencia.
- TOVSI, S.A. .... Avda. Peris y Valero, 173-175 – Valencia.
- ABAÍSA, Suministros  
Industriales, S.L..... Sebastián El Cano, 24 – Madrid.
- FORMICA ..... Fundidores, 32 Pol. Industrial “Los Ángeles” –  
Getafe (Madrid).
- Maderas BLANQUER..... Avda. Levante, s/n – Beniparrell (Valencia).
- Maderas RAMOS TAMARRO.... Antonio López, 64 – Madrid.
- Maderas AGULLÓ..... Antonio Sellés, 10 – Madrid.
- Maderas MARTÍN MARTÍNEZ .. Ronda de Atocha, 37 – Madrid.
- Maderas PUEBLA ..... Doña Berenguela, 66 – Madrid.
- GRAVOGRAPH..... Pso. de la Castellana, 228 – Madrid.
- Grabados BARROSO..... Almansa, 24 – Madrid.



**MARCAS DE REVESTIMIENTOS Y LAMINADOS**

- MARCAS COMERCIALES: LINÓLEO,  
REVESTIMIENTOS VINÍLICOS Y FORMICA

## PRODUCTOS COMERCIALES: LINÓLEO, REVESTIMIENTOS VINÍLICOS Y FORMICA

- **SOMMER**

Son linóleos 100% homogéneos y monocapa, es decir, que en el espesor total no se incluye el tejido de yute.

<b>LINOSOM</b>		
Su composición es totalmente natural y su superficie está tratada con componentes exentos de resinas sintéticas para garantizar plenamente su composición natural, desde la base de yute a su protección superficial. Resiste a los ácidos diluidos y a los álcalis diluidos, a los disolventes, al alcohol, grasas, aceites y agua oxigenada.		
<u>Espesores:</u> 2 - 2'5 - 3'2 - 4 - 4'5 mm.		<u>Dimensiones:</u> rollos de 20 a 30x2 m.
<b>LINÓLEUM UMBRO-ETRUSCO</b>		
La composición en ambos casos es idéntica: mezcla de oxipolímeros, resina especial, harina de corcho, madera y pigmentos coloreados. Resistentes a ácidos débiles, aceites, grasas y a los disolventes comunes.		
<u>Espesores:</u> 2-2'5-3'2 mm.	<u>Dimensiones:</u> 30x2 m.	<u>Flexibilidad:</u> el de 2 mm puede ser enrollado a un cilindro de diámetro de 30 mm; el de 2'5 a un cilindro de 35 mm y el de 3'2 a uno de 45 mm.

- Revestimientos vinílicos de PVC

<b>SOMPLAN TORO 2000</b>		
Revestimiento vinílico homogéneo, reforzado con fibra de vidrio, con una base de goma que le confiere estabilidad dimensional.		
<u>Espesores:</u> planchas de 2 mm.		<u>Flexibilidad:</u> Rollos de 30x1,25 m y losetas de 30x30 y 61x61 cms.
<b>SOMPLAN 100/200</b>		
Revestimientos vinílicos homogéneos monocapa.		
<u>Espesores:</u> planchas de 2 mm.		<u>Flexibilidad:</u> Rollos de 18x2 y 20x1,5 m, losetas de 30X30 y 50x50 cms.
<b>CENTURY 2000 mika</b>		
Revestimiento vinílico heterogéneo compacto, formado por una capa superficial de PVC transparente con inclusión de gránulos coloreados, una base de fibra de vidrio y un soporte de goma.		
<u>Espesores:</u> 2 mm.		<u>Flexibilidad:</u> Rollo de 20x2 m. (aprox.)
<b>DALFLEX</b>		
Losetas vinílicas semiflexibles.		
<u>Espesores:</u> 1,6/2/2,5/3,2/4,5 mm.		<u>Flexibilidad:</u> Losetas 30x30 cms.

- **FORBO**

<b>MARMÓLEUM REAL - MARMÓLEUM FRESCO</b>	
<u>Descripción:</u> Revestimiento de linóleo sobre un soporte de yute con estructura marmolizada homogénea.	
<u>Espesores:</u> 2 - 2'5 - 3'2 - 4 mm.	
<b>MARMÓLEUM WALTON</b>	
<u>Descripción:</u> Revestimiento de linóleo sobre un soporte de yute. La composición es la misma que en los anteriores.	
<u>Espesor:</u> 2'5 mm.	<u>Dimensiones:</u> Se comercializa en rollos de una anchura de 2 m.
<b>MARMÓLEUM CORK</b>	
<u>Descripción:</u> Revestimiento de linóleo de corcho sobre un soporte de yute, el color es incorporado a la masa.	
<u>Composición:</u> aceite de linaza oxidado, resinas, harina gruesa de corcho granulado y colorantes minerales.	
<u>Espesores:</u> 3'2 - 4'5 - 6 mm.	<u>Dimensiones:</u> Se comercializa en rollos de 2 m de anchura.
<b>BULLETIN BOARD</b>	
<u>Descripción:</u> Corcho para paredes.	
<u>Espesor:</u> 6 mm.	<u>Dimensiones:</u> Se comercializa en rollos de 122 cms de anchura.
<b>DESK TOP</b>	
<u>Descripción:</u> Revestimiento de linóleo liso sobre un soporte de fibras comprimidas y materias primas naturales, como el aceite de lino oxidado, resinas, harina de madera, corcho pulverizado y colorantes minerales.	
<u>Propiedades:</u> Buena resistencia al uso, gran flexibilidad (puede ser enrollado en un cilindro de 40 mm de diámetro), buena resistencia a los ácidos, aceites y grasas. No resiste la acción prolongada de los álcalis.	
<u>Espesor:</u> 2 mm	<u>Dimensiones:</u> Se comercializa en rollos de 183 cms.
<b>PLAIN LINÓLEUM WALTON</b>	
<u>Descripción:</u> revestimiento de linóleo sobre soporte de yute. La composición es la misma que en el Marmóleum Real.	
<u>Espesor:</u> 2'5 mm	
<b>CORKLINÓLEUM</b>	
<u>Descripción:</u> revestimiento de linóleo de corcho sobre un soporte de yute, el color es incorporado en la masa.	
<u>Composición:</u> aceite de linaza oxidado, resinas, harina gruesa de corcho granulado y colorantes minerales.	
<u>Espesores:</u> 3'2 - 4'5 - 6 mm.	<u>Dimensiones:</u> Se comercializa en rollos de 2 m de ancho.



- Revestimientos vinílicos de PVC

<b>COLOFLOR</b>	
Revestimiento vinílico homogéneo.	
<u>Espesores:</u> 2/2,5 mm.	<u>Flexibilidad:</u> Rollos de 30x1,50 m., losetas de 61x61 cms.

- **DLW**

Dimensiones: Todos se comercializan en rollos de 2 m de anchura.

<b>MARMORETTE</b>	
<u>Descripción:</u> linóleo de aspecto marmorizado.	
<u>Espesores:</u> 2 - 2'5 - 3'2 mm.	
<b>COLORETTE</b>	
<u>Descripción:</u> linóleo de aspecto moteado.	
<u>Espesores:</u> 2 - 2'5 - 3'2 mm.	
<b>UNIWALTON</b>	
<u>Espesores:</u> 2 - 2'5 - 3'2 mm.	
<b>LINODUR</b>	
<u>Descripción:</u> linóleo de aspecto marmorizado.	
<u>Espesor:</u> 4 mm.	

- Revestimientos vinílicos de PVC

<b>DELIPLAN</b>	
Revestimiento vinílico homogéneo.	
<u>Espesores:</u> 2 mm.	<u>Flexibilidad:</u> Rollos de 1,8 m de ancho y losetas de 60,8x60,8 cms.

- **FORMICA**

Aunque la gama de productos que comercializa esta marca es muy extensa<sup>232</sup>, hemos seleccionado, una vez examinado un número considerable de ellos (Colorcore, Grafix, Formica Ligna, Surell, Uniflor, Uniblock, Grabable, etc) tres: Surell, Uniblok y Colorcore, por considerar que son los que mejor resultado darían en el proceso de talla.

<b>FORMICA SURELL</b>		
Es un material con aspecto de piedra pulida, de acabado satinado, liso, homogéneo y no poroso, compuesto de resina de poliéster con minerales y pigmentos. Es muy resistente al calor y a los productos químicos, incluso en períodos prolongados de tiempo (más de 16 horas). No se ven afectados por los ácidos (en proporción menor del 10%), por los alcoholes y por los disolventes en general.		
<u>Espesores:</u> planchas de 13 a 19 mm. para encimeras, y de 6 mm. en recubrimiento de paredes.		<u>Flexibilidad:</u> Pese a su dureza y aspecto pétreo, se puede cortar, taladrar y ranurar, utilizando herramientas de corte con punta de carburo de tungsteno.
<b>FORMICA UNIBLOCK</b>		
Es un laminado compacto de alta presión con dos caras decorativas, que no precisa soporte para su aplicación. Es un material muy resistente al impacto, a la humedad, a los ataques con productos químicos: disolventes orgánicos, ácidos y bases débiles y al calor (ignífugo).		
<u>Espesores:</u> 4-6-10-12-15-18 mm.	<u>Dimensiones</u> 2,5x1,22 - 3,66x1,61 m.	<u>Flexibilidad:</u> rígido, con interior oscuro que contrasta la talla de la superficie.

---

<sup>232</sup> v. *Catálogos de productos Formica*. Formica Española, S.A., Bilbao, 1994, p. 16.



## BIBLIOGRAFÍA

- BIBLIOGRAFÍA GENERAL
- BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA
- CATÁLOGOS
- ARTÍCULOS



## BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- 
- AA.VV. *Bricolage práctico. Manipulaciones, materiales y herramientas* (Vol. III). Planeta, Barcelona, 1992.
- 
- AA.VV. *Budismo, monjes, comerciantes y samuráis. 1000 años de estampa japonesa*. Centro Cultural Conde Duque, Madrid, 2002.
- 
- AA.VV. *Estampes japonaises*. Collection des Musées Royaux d'Art et d'Historie. Bruxelles, Europalia 89/ Japan in Belgium, 1989.
- 
- AA.VV. *Técnica del arte de imprimir*. (2 Vol.) Librería Salesiana. Barcelona, 1953.
- 
- ACTON, David *A Spectrum of Innovation Color in American Printmaking 1890-1960*. Worcester Art Museum. WW Norton & Company, New York. Londres, 1991.
- 
- ADHEMAR, Jean *La gravure originale au XX siècle*. Aimery Somogy. París, 1963.
- 
- AMANN, Per *Le bois gravé*. Ed. Berghans International. Alemania, 1986.
- 
- ARNAIZ, Doroteo *Técnicas de grabado*. Biblioteca Nacional. Madrid, 1987.
- 
- BANISTER, Manly *Practical Guide to Etching and Other Intaglio Printmaking Techniques*. Dover. Nueva York, 1986.
-

---

- BANN, David	<i>Manual de producción para Artes Gráficas.</i> Macdonald & Co (Publishers), Gran Bretaña, 1986. Tellus. Madrid, 1988.
---------------	---

---

- BEGUIN, André	<i>Dictionnaire technique de l'estampe.</i> André Beguin. Bruselas, 1977.
-----------------	---

---

- BERSIER, Jean E.	<i>La gravure. Les procedes, l'histoire.</i> Ed. Levrault. París, 1963.
--------------------	---

---

- BESAJAVN/ MADRESELVA	<i>El hombre y la madera.</i> Ed. Integral, Barcelona, 1990.
---------------------------	--

---

- BLAS, Luís	<i>Disolventes y plastificantes.</i> Ed. Aguilar. Madrid, 1950.
--------------	---

---

- BLAS, Javier/ CIRUELOS, Ascensión/ BARRENA, Clemente	<i>Diccionario del dibujo y la estampa.</i> Real Academia de San Fernando. Calcografía Nacional. Madrid, 1996.
--	--

---

- BONFILS, Robert	<i>Initiation a la gravure.</i> (s.d.)(s.l.). <i>Iniciación al grabado.</i> Ed. Poseidón. Buenos Aires, 1945.
-------------------	---

---

- BOSCH, Robert Comercial Española S.A. / NATHAN Internacional.	<i>Torneado, fresado y cepillado.</i> Col.: Enciclopedia práctica del consumo. Ed. EVHA, S.A. Madrid, 1988.  <i>Serrar es fácil.</i> Colección: Enciclopedia práctica del consumo. Ediciones EVHA, S.A. Madrid, 1987.
---	---

---

- BUCKLAND-WRIGHT, John	<i>Etching and Engraving. Techniques and the Modern Trend.</i> Dover. New York, 1973.
----------------------------	---

---

- 
- BURDEN, J.W. *Graphic Reproduction Photography*. Focal Press. London & N.Y. (s.d.). *La fotorreproducción en las artes gráficas*. Edebé. Barcelona, 1978.
- 
- BURNIE, David *Eyewitness Encyclopedia, Vol. 5: Tree*. Dorling Kindersley. London, 1988. *El árbol*. Biblioteca visual Altea. Madrid, 1992.
- 
- BUSSET, Maurice *La technique moderne du bois gravé*. Librairie Delagrave. París, 1925. *La técnica moderna del grabado en madera*. Hachette, 1951.
- 
- CABO DE LA SIERRA, Gonzalo *Grabados, litografías y serigrafías. Técnicas procedimientos*. Esti-Arte Ediciones. Madrid, 1981.
- 
- CAPPETTI, F. *Tecniche della stampa*. Sei, Cits-Cdg-Ucep. Torino, (s.d.). *Técnicas de impresión*. Don Bosco. Barcelona, 1975.
- 
- CAREY, Frances/  
GRIFFITHS, Anthony *Avant-garde British Printmaking 1914-1960*. British Museum Publications. Londres, 1990.
- The Print in Germany, 1880-1933. The Age of Expressionism*. British Museum. Londres, 1984.
- 
- CARRETE, J./CHECA, F./  
BOZAL, V. *El grabado en España (siglos XIX y XX)*. (Summa Artis, Historia General del Arte, Vol. XXXII). Espasa Calpe. Madrid, 1987.
- 
- CASTLEMAN, Riva *Prints of the 20th Century*. Thames and Hudson. Londres, 1988.
-



---

- COLINA BOTELLO, Manuel de la	<i>Incidencias del soporte en la pintura y sus manipulaciones técnicas.</i> Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, 1988. Tesis Doctoral.
-----------------------------------	--

---

- COSTA COLL, T.	<i>Manual del fabricante de papel.</i> Bosch. Barcelona, 1996.
------------------	--

---

- DAWSON, John	<i>Guía completa de grabado e impresión.</i> Quill Publishing Limited. London, 1981. Blume. Madrid, 1982.
----------------	---

---

- DE LA LANDE	<i>Arte de hacer el papel según se practica en Francia y Holanda, en la China y en el Japón.</i> Espasa Calpe. Madrid, 1968 (ed. facsímil de la de 1778).
---------------	---

---

- DIEHN, Gwen	<i>Simple Printmaking, A Beginner's Guide to Making Relief Prints.</i> Lark Books, New York, 2000.
---------------	--

---

- DOERNER, Max	<i>Los materiales de pintura y su empleo en el Arte.</i> Reverte. Barcelona, 1947.
----------------	--

---

- DUBE-HEYNIG, Annemarie / THIEM, Gunther	<i>Grafik des deutschen Expressionismus.</i> Institut für Auslandsbeziehungen. Stuttgart, 1986.
---	---

---

- DURCHON, Pierre	<i>Imprimer en couleurs.</i> Le Moniteur. París, 1993.
-------------------	--

---

- EICHENBERG, Fritz	<i>The Art of the Print.</i> Harry N. Abrams, Inc. Publishers. Nueva York, 1976.
---------------------	--

---

---

- ESTEVE BOTEY, Fco. *El grabado en la ilustración del libro.* CSIC. Instituto “Nicolás Antonio”, Madrid, 1948.

*El grabado en madera y su acrecentamiento en España.* Escuela de Artes y Oficios de Madrid, 1942.

---

- FIORAVANTI, Giorgio *Gráfica & Stampa. Notizie storiche e informazioni tecniche per chi stampe e per chi fa stampare.* Nicola Zanichelli, S.p.A. Bologna, 1984. *Diseño y reproducción. Notas históricas e información técnica para el impresor y su cliente.* Gustavo Gili. Barcelona, 1988.

---

- FRANQUELO, Manuel / LOWE, Adam / VEGA, Jesusa *Estampa digital.* Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, Calcografía Nacional. Madrid, 1998.

---

- FUENTES ESTEVE, José *Aportaciones a las técnicas tradicionales de levantado en el grabado en relieve.* Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, 1986. Tesis Doctoral.

---

- GALLEGO, Antonio *Historia del grabado en España.* Cátedra. Madrid, 1990.

---

- GASCOIGNE, Bamber *How to identify prints.* Thames and Hudson. Londres, 1986.

---

- GERMANI – FABRIS *Grammatica della progettazione gráfica.* Sei, Cits-Cdg-Ucep. Torino, (s.d.). *Fundamentos del proyecto gráfico.* Don Bosco. Barcelona, 1973.

---

- 
- GERVIS, Daniel *Pablo Picasso. L'ouvre gravé 1899-1972.* Daniel Gervis Editeur. París, 1984.
- 
- GIRAUDY, Danièle *Picasso linograbador.* Museo Picasso. Barcelona, 1988.
- 
- GOETZ, Henry *La gravure au carborundum.* Ed. Maeght. París, 1974.
- 
- HAYES, Colin *Guía completa de pintura y dibujo. Técnicas y materiales.* Phaidon Press, Limited. Oxford, 1978. Blume. Madrid, 1980.
- 
- HAYTER, Stanley William *New Waves of Gravure.* Watson-Guptill Publications. Nueva York, 1981.
- 
- HELLER, Jules *Printmaking Today.* Holt, Binchart and Winston. Nueva York, 1972.
- 
- IVINS, W. M. *Prints and Visual Comunication.* Rouledge and Kegan Paul Ltd. London, (s.d.). *Imagen impresa y conocimiento. Análisis de la imagen prefotográfica.* Gustavo Gili. Barcelona, 1975.
- 
- JAFFE, Patricia *Women Engravers.* Viriago Press. Londres, 1990.
- 
- KANDINSKY, Vasili *Punk und Linie zu Fläche.* Nina Kandinsky. Nevilly, 1955. *Punto y línea sobre el plano. Contribución al análisis de los elementos pictóricos.* Barral editores. Barcelona, 1970.
-

- 
- KOLB, Eberhard/ RODIEK, Thorsten/ ROTERS, Eberhard/ SCHMIED, Wieland *Gráfica crítica en la época de Weimar.* Institut für Auslandsbeziehungen. Stuttgart, 1985.
- 
- KREJCA, Ales *Les techniques de la gravure.* Artia. Praga, 1980. Ed. Gründ. París. 1983.
- 
- LAMBERT, Susan *Prints. Art and Techniques.* V&A Publications. London, 2001.
- 
- LARAN, Jean *L'estampe.* Presses Universitaires de France. París, 1959.
- 
- LEBOURG, Nicole *Curso de grabado.* Edit. De Vecchi, Barcelona, 1999.
- 
- MALTESE, Corrado *Le tecniche artistiche.* Ugo Mursia Editore. Milano, 1973. *Las técnicas artísticas.* Cátedra. Madrid, 1985.
- 
- MANZORRO, Manuel *Técnicas tradicionales y actuales del grabado.* Fundación Juan March. Madrid, 1978.
- 
- MARDONES, Fernando *Mecanismos procesuales.* Galería Amasté. Bilbao, 1999.
- 
- MARTÍN, Euniciano *La composición en Artes Gráficas.* (Tomo II). Edebé. Barcelona, 1974.
- 
- MARTIN, Judy *The Encyclopedia of Printmaking Techniques.* Quarto Publishing. Gran Bretaña, 1993. *Enciclopedia de técnicas de impresión.* Ed. Acanto. Barcelona, 1994.
-

- 
- MARTINEZ MORO, Juan *Un ensayo sobre grabado (a finales del siglo XX)*. Creativa Ediciones. Cantabria, 1998.
- 
- MARTÍNEZ RONDA, M<sup>a</sup> Isabel *El grabado sobre vidrio como origen de una matriz de estampación*. Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, 1994. Tesis Doctoral.
- 
- MAYER, Ralph *The Artist's Handbook of Materials and Techniques*. Edwin Smith. London, 1982. *Materiales y técnicas del arte*. Blume. Madrid, 1985.
- 
- McLEAN, Ruari *Typography*. Thames and Hudson Ltd. London, 1980. *Tipografía*. Hermann Blume. Madrid, 1987.
- 
- MELOT/ GRIFFITHS/ FIELD/ BEGUIN *La gravure*. Ed. SKIRA, Ginebra (Suiza), 1986. *El grabado*. Ed. Carroggio. Barcelona, 1981.
- 
- MERIN CAÑADA, M<sup>a</sup> Ángeles *La tinta en el grabado: viscosidad y reología, estampación en matrices alternativas*. Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, 1996. Tesis Doctoral.
- 
- MONACO, Louis Lo *La gravure en taille douce (art, historie, technique)*. Ed. Flammarion. París, 1992.
- 
- NEWLAND, Amy/ UHLENBECK, Chris y otros *Ukiyo-e to shin hanga. The Art of Japanese Woodblock Prints*. Mallard Press. Nueva York, 1990.
-

- 
- NEWMAN, Thelma R.      *Innovative Printmaking. The Making of Two -and three- Dimensional Prints and Multiples.* Crown Publics. Nueva York, 1977.
- 
- OLLER XAUS, Juan      *Enciclopedia de las artes del libro (tecnología explicada de las artes y de las industrias gráficas).* Institución Sindical de Formación Profesional “Virgen de la Paloma”. Madrid, (s.d.)
- 
- PAPILLON, J. M.      *Traité historique et pratique de la gravure sur bois.* (2 Vol.) Editions des Archives Contemporaines C.N.A.M. París, 1987.
- 
- PASTOR, Jesús/ ALCALÁ, José R.      *Procedimientos de transferencia en la creación artística.* Servicio de Publicaciones de la Excm. Diputación Provincial de Pontevedra, 1997.
- 
- PETERDI, Gabor      *Printmaking.* Mc.Millan Co., N.Y., 1959.
- 
- PRIETO PRIETO, Manuel      *Los antiguos soportes de madera fuentes de conocimiento para el restaurador.* Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, 1988. Tesis Doctoral.
- 
- RAMOS GUADIX, Juan Carlos      *Técnicas aditivas en el grabado contemporáneo.* Universidad de Granada, 1993.
- 
- ROSS, John/ ROMANO, Clave      *The Complete Printmaker.* The Free Press. Nueva York, 1972.
-

---

- RUBIO, Mariano	<i>Ayer y hoy del grabado y sistemas de estampación, conceptos fundamentales, historia y técnicas.</i> Ed. Tarraco. Tarragona, 1979.
------------------	--

---

- SÁEZ DEL ÁLAMO, Concepción	<i>El grabado en color por zieglerografía.</i> Caja de Ahorros Vizcaína. Bilbao, 1989.
------------------------------	--

---

- SCOTT, Paul	<i>Ceramics and Prints.</i> Ed. A.&C. Black (Publishers) Limited. London, 1994. <i>Cerámica y técnicas de impresión.</i> Gustavo Gili. Barcelona, 1997.
---------------	---

---

- SIMMONS, Rosemary	<i>Collecting Original Prints.</i> Studio Vista. Londres, 1980.
---------------------	---

---

- STATLER, Oliver	<i>Modern Japanese Prints: An Art Reborn.</i> Charles E. Tuttle Company, Inc. of Rutland, Vermont and Tokyo. Japan, 1959 (n <sup>o</sup> edic. 1980)
-------------------	--

---

- TANABÉ, Tohru	<i>Hokusai.</i> Anaya. Madrid, 1993.
-----------------	--------------------------------------

---

- TONELLO, G.	<i>Fotocomposizione.</i> Sei, Cits-Cdg-Ucep. Torino, (s.d.). <i>Fotocomposición.</i> Don Bosco, Barcelona, 1974.
---------------	--

---

- VIVES, Rosa	<i>Del cobre al papel. La imagen multiplicada.</i> Ed. Icaria. Barcelona, 1994.
---------------	---

---

- WORTH, Thomas	<i>Crear y realizar grabados.</i> Leda. Barcelona, 1985.
-----------------	--

---

## BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

- 
- AA.VV. *Ciencia y tecnología de los materiales plásticos.* (Vol. II). Recopilación de artículos publicados en Revista de Plásticos Modernos. Madrid, 1993.
- 
- AA.VV. *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering.* John Wiley & sons. New York, 1985.
- 
- AA.VV. *Grabado y fotografía en la era digital.* Ayto. de Huarte (Navarra), 2003.
- 
- AA.VV. *Modern Organic Materials.* The Scottish Society for Conservation & Restoration Publications (SSCR). Edinburgh, 1988.
- 
- AA.VV. *Relaciones tinta-papel.* (2 Volúmenes) Instituto Politécnico Superior de Barcelona. Publicaciones Offset. Barcelona, 1970.
- 
- AA.VV. *Sustancias naturales y materias plásticas.* Restauració i Conservació de Materials. Barcelona, (s.d.).
- 
- AA.VV. *Tecnología de la madera.* Edebé. Barcelona, 1965.
-



- 
- ALCARAZ MIRA, Antonio *Matrices tradicionales, nuevas y experimentales en grabado. Su incidencia en la evolución y función de la stampa.* Tesis Doctoral, Facultad BB.AA de Valencia, 1996.
- 
- ARGÜELLES, Ramón /  
ARRIAGA MARTITEGUI, Fco. *Estructuras de madera. Diseño y cálculo.* Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y el Corcho (AITIM). Madrid, 1996.
- 
- ARREDONDO, Fco. *Madera y corcho.* Servicio de Publicaciones Revista Obras Públicas. E.T.S. Ingenieros de Caminos. Madrid, 1992.
- 
- ARREDONDO, Fco./  
SORIA, F. *Estudio de materiales.* (C.S.I.C. Patronato Juan de la Cierva de Investigación Técnica) Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento. Madrid, 1961.
- 
- ARRIAGA, Fco. /  
GONZÁLEZ, Marco /  
MEDINA, Gonzalo *Guía de la madera.* Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y el Corcho (AITIM). Madrid, 1994.
- 
- AVENDAÑO, Luís *Iniciación a los plásticos.* Centro Español de Plásticos. Barcelona, 1992.
- 
- BAILLEUL, E./  
HEURTEMATTE, J. *Industrias de la madera.* Manuales Tecnor. Tea Ediciones. Madrid, 1966.
- 
- BANETT, D. *Artes con plásticos.* Leda. Barcelona, 1976.
- 
- BARRON, Harry *Modern Plastics.* Chapman & Hall, London, 1944.  
*Plásticos modernos.* Gustavo Gili, Barcelona, 1952.
-

- 
- BENOIT, Yves                      *Le guide des essences de bois.* Editions Eyrolles, París, 1997.
- 
- BROMMER, Gerald F.              *Relief Printmaking.* Davis Publications. Massachusetts, 1970.
- 
- CAMUÑAS Y PAREDES, Antonio      *Materiales de construcción.* (Tomos I y II) Ed. Latina Universitaria. Madrid, 1980.
- 
- CUSA, Juan de                      *Revestimientos.* Ed. CEAC. Barcelona, 1992
- 
- CHAMBERLAIN, Walter              *Woodcut Printmaking.* Thames and Hudson. London, 1978. *Manual de grabado en madera.* Blume. Madrid, 1988.
- Wood Engraving.* Thames and Hudson. London, 1978.
- 
- DINOTO, Andrea                      *Art Plastic.* Abbeville Press Publishers. Nueva York, 1984.
- 
- DUBOIS, J. H.                      *Plastics.* American Technical Society, Publishers. Chicago, 1945.
- 
- ELEXPURU, Txema                      *Las resinas sintéticas y su aplicación al grabado.* Fundación Banco Bilbao-Vizcaya. Bilbao, 1995.
-

- 
- FERNÁNDEZ-GOLFÍN      *Manual de clasificación de madera.* Asociación de  
SECO, J.I./DÍEZ BARRA,      Investigación Técnica de las Industrias de la Madera  
M.R./HERMOSO PRIETO,      y Corcho. Madrid, 2003.  
E./MIER PÉREZ, R.
- 
- FERRER, Ricardo      *Fabricación, moldeo y trabajo de las materias  
plásticas.* Ed. Sintés. Barcelona, 1951.
- 
- FORMICA Española, S.A.      *Manual de utilización práctica.* Formica, S.A.,  
Galdácano (Vizcaya) (s.d.).
- 
- GALLARDO MONTERO,      *Aspectos técnicos, teóricos y fundamentos del  
Pedro Pablo      policloruro de vinilo (PVC) como soporte artístico  
e industrial.* Kömmerling S.A., Córdoba, 1997.
- 
- GARRET, A.      *A History of British Wood Engraving.* Ed. Mida's  
Books. Barcelona, 1973.
- 
- GUINDEO, A. / GARCÍA      *Especies de maderas.* Asociación de Investigación  
ESTEBAN, L. / PERAZA /      Técnica de las Industrias de la Madera y el Corcho  
ARRIAGA, F.      (AITIM). Madrid, 1997.
- 
- GUTIÉRREZ LARRAYA,      *Xilografía (Historia y técnicas del grabado en  
Tomás      madera).* Ed. Sucesor de E. Meseguer. Barcelona,  
1979.
- 
- HOUWINK      *Tecnología de los plásticos.* Patronato "Juan de la  
Cierva". Madrid, 1949.
-

- 
- IBÁÑEZ CAMELLÍN, Luís *Manual técnico de aplicación.* Formica española, S.A., Galdácano (Vizcaya), 1977.
- 
- IRANOR (Instituto Nal. de Racionalización y Normalización) *Diccionario tecnológico de los plásticos.* Instituto de plásticos y caucho. Madrid, 1978.
- 
- ISTITUTO NAZIONALE PER LA GRAFICA *Le tecniche d'incisione a rilievo. La xilografia.* Edizioni De Luca, Roma, 2001.
- 
- JACKSON, Albert/ DAY, David *Manual completo de la madera, la carpintería y la ebanistería.* Williams Collins Sons & Co. (s.l.), 1989. Ediciones del Prado. Madrid, 1993.
- 
- JOHNSON, Hugh *The International Book of Wood.* Mitchell Beazley Publishers Ltd. London, 1976. *La madera.* Blume. Barcelona, 1978.
- 
- JOHNSTON, David *Wood Handbook for Craftsmen.* Batsford Ltd. (l.d.), 1983. *La madera. Clases y características.* CEAC. Barcelona, 1989.
- 
- KAFKA, Francis J. *Linoleum Block Printing.* Dover, N.Y. 1972.
- 
- LOCKREY, A. J. *Plastics in the School and Home Workshop.* D. Van Nostrand Company. N.Y., (s.d.). *Plásticos de artesanía.* Gustavo Gili. Barcelona, 1952.
- 
- MARTINEZ DE LAS MARÍAS, P. *Química y física de los altos polímeros y materias plásticas.* Alhambra. Madrid, 1972.
-

---

- NÚÑEZ DE LAS MARÍAS, P.	<i>Química y física de los altos polímeros y materias plásticas.</i> Alhambra. Madrid, 1972.
---------------------------	--

---

- NUTSCH, Wolfgang	<i>Fachkunde für Schreiner.</i> Verlag Europa-Lehrmittel Nourney. Vollmer GmbH & Co., (s.d.). <i>Tecnología de la madera y del mueble.</i> Ed. Reverté. Barcelona, 1992.
--------------------	--

---

- ODITA (Oficina de Difusión del Tablero Aglomerado)	<i>El tablero aglomerado de madera hidrófugo en encofrados y base de cubiertas.</i> ODITA, Madrid, 1991.
--	--

---

- ODITA (Oficina de Difusión del Tablero Aglomerado)	<i>El tablero aglomerado de madera en cerramientos.</i> ODITA, Madrid, 1985
	<i>El tablero aglomerado en la construcción.</i> Asociación Nacional de fabricantes del tablero aglomerado (ODITA). Madrid, 1979.

---

- ORUS, F.	<i>Materiales de construcción.</i> Dossat. Madrid, 1985.
------------	--

---

- PALAIA/ GALVAÑ/ VALIENTE	<i>Maderas.</i> Servicio de publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 1991.
-------------------------------	--

---

- PER AMANN/ GARAMOND	<i>Le bois gravé.</i> Ed. Berghaus International. Alemania, 1986.
--------------------------	---

---

- PERAZA, César/ RICO, Filiberto	<i>Tecnología de la madera laminada.</i> AITIM. Madrid, 1965.
-------------------------------------	---

---

- PERAZA, C./ GUINDEO, A./ GARCÍA, L./ LAÍN, L.C.	<i>Tecnología de la madera.</i> (Vol. II) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid, 1991.
--	---

---

- 
- QUARMBY, A. *The Plastics Architect*. The Pall Mall Press. London, 1974. *Materiales plásticos y arquitectura experimental*. Gustavo Gili. Barcelona, 1976.
- 
- ROTHENSTEIN, M. *Frontiers of Printmaking. New Aspects of Relief Print*. Studio Vista. Londres, 1966.
- 
- ROUGERON, C. *Aislamiento acústico y térmico en la construcción*. Editores Técnicos Asociados. Barcelona, 1977.
- 
- SAECHTLING, Hansjürgen *Los plásticos en la construcción*. Gustavo Gili. Barcelona, 1978.
- 
- SÁNCHEZ SANZ, M<sup>a</sup> Elisa *Maderas tradicionales españolas*. Editora Nacional. Madrid, 1984.
- 
- SIMONDS, H.R./ WEITH, A.J./ BIGELOW, M.H. *Handbook of Plastics*. D. Van Nostrand Company. N.Y., 1949. *Tratado general de plásticos*. Reverté. Barcelona, 1953.
- 
- SPANNAGEL, Fritz *Tratado de ebanistería*. Gustavo Gili. Barcelona, 1980.
- 
- STOECKHERT, Klaus *Veredein von Kunststoff-Oberflächen*. Carl Hauser Verlag. Munich, 1974. *Tratamiento de las superficies de plástico*. Gustavo Gili. Barcelona, 1977.
-

- 
- SUBLER, Craig/ KASE, Pinki *Cuts. An Exhibition of Woodcuts and Relief Prints.* The University of Missouri. Kansas City, 1982.
- 
- TEATINI DE SOUZA, José Carlos *Las matrices de plástico para grabado y su estampación.* Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, 1995. Tesis Doctoral.
- 
- UPTON, John *A Woodcarver's Primer.* Ed. Sterling Publishing Co. Inc. (s.l.), 1976. *Práctica de la talla de la madera.* Ediciones CEAC, colección: Enciclopedia de las Artesanías. Barcelona, 1984.
- 
- VIGNOTE PEÑA, Santiago *Directorio de la madera 2003-2004.* AEIM (Asociación Española de Importadores de Madera). Madrid, 2004.
- 
- VIGNOTE PEÑA, Santiago/ PICOS MARTÍN, Juan / ZAMORA PANIAGUA, Rafael *Características de las principales maderas utilizadas en Bizkaia. Tecnología y aplicaciones.* Diputación Foral de Bizkaia, 2000.
- 
- VIGNOTE PEÑA, Santiago/ JIMÉNEZ PERIS, Fco. Javier *Tecnología de la madera.* Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 2000.
- 
- VIGNOTE PEÑA, Santiago/ JIMÉNEZ PERIS, Fco. Javier / MORALES MÉNDEZ, Enrique / GÓMEZ
-

---

PÉREZ, Cipriano

---

- WESTHEIM, Paul                      *Das Holzschnittbuch*. Ed. Gústav Kiepenheuer.  
Postam, 1921. *El grabado en madera*. Fondo de  
Cultura Económico. México, 1984.

---

- WESTLEY, Ann                      *Relief Printmaking*. A&C Black, London, 2001.

---

- YARWOOD, A.                      *Carpintería*. Edic. Pirámide, Madrid, 1987.

---

## CATÁLOGOS

---

**Antonio Frasconi. Against the Grain**

Mc.Millan. Nueva York, 1974.

HENTOFF, N.

---

**Antonio Frasconi**

Exposición retrospectiva.

Museo Nacional de Artes Visuales. Montevideo (Uruguay), Dic. 1986.

---

**Ben Nicholson. Retrospective de l'oeuvre graphique 1925-1969**

The Victoria & Albert Museum. The British Council, London, 1977.

HOGBEN, Carol.

---

**Cisari. La xilografía**

Istituto Editoriale Cisalpino-Goliardica. Milan, 1984.

HOEPLI, Ulrico.

---



---

---

**Contemporary Japanese Prints**

British Museum. Londres, 1985.

SMITH, Lawrence.

---

---

**Crossing Over Changing Places: an Exhibition of Collaborative Print Projects and Paperworks**

Piramid Atlantic. Riverdale, Maryland, 1992.

FARMER, Jane M.

---

---

**Czechoslovak Prints from 1900 to 1970**

British Museum Publications, 1986.

GOLDSCHIEDER, Irena.

---

---

**Duilio Cambelloti. Catálogo delle incisioni**

Ed. Ner. Roma, 1982.

QUESADA, Mario.

---

---

**Ex-libris**

Del Olmo editor, Madrid, 1990.

MARÉCHAL, François.

---

---

**Exposición 100 años de Arte Gráfico**

Calcografía Nacional. Madrid, 1992.

---

---

**Exposición Picasso. Llegat Christian i Yvonne Zervos a la ciutat de Vézelay**

Ajuntament de València, 1988.

---

---

**Expressionnistes allemandes. Ouvres graphiques**

Ed. Herscher. París, 1984.

SABARSKY, Serge.

---

---

**Gauguin**

Edit. Reunion de Musées Nationaux París, 1989.

---

---

---

---

**Georg Baselitz. Druckg.raphics. Prints, Estampes**

Ed. Prestel Verlag, 1984.

---

---

**Georg Baselitz. Grabados**

I.V.A.M. Valencia, 1991.

LEWISON/MASON.

---

---

**Grabados en linoleum**

Ed. Do Castro. La Coruña. 1927.

PRADA, Xaime.

---

---

**Grabados japoneses en madera**

Patronato Nacional de Museos. Madrid, 1974.

GRAY, Brasil.

---

---

**Helen Frankenthaler Prints**

Harry N. Abrams, Inc. N.Y., 1993.

FINE, Ruth E.

---

---

**Jesús Núñez. Litografías - xilografías. Esculturas gráficas**

Diputación de Salamanca, 1994.

---

---

**Jim Dine prints 1977-1985**

Harper & Row Publish. Nueva York, 1985.

D'OENCH, Ellen G./ FEINBERG, Jean E.

---

---

**Käthe Kollwitz**

ational Galley of Art. Washington, 1992.

PRELINGER, Elizabeth.

---

---

**La época heroica. Obra gráfica de las vanguardias rusa y húngara, 1912-1925**

IVAM, Valencia, 1990.

AA.VV.

---

---

---

---

**La estampa contemporánea en España**

Centro Cultural Conde Duque, Madrid, 1988.

CABO DE LA SIERRA, Gonzalo/ RODRÍGUEZ ALCALDE, Leopoldo/ CARRETE PARRONDO, J./ BONET, Juan Manuel.

---

---

**Le miroir magique de M. C. Escher**

Medea Diffusion S.A., Suiza, 1987.

ERNST, Bruno.

---

---

**Lucio Muñoz. Obra gráfica 1960-1988**

Museo de Bellas Artes de Bilbao, 1989.

---

---

**Maréchal, François**

Museo Municipal de Madrid, 1997.

AA.VV.

---

---

**Maréchal, xilografías**

Calcografía Nacional. Madrid, 1986.

AA.VV.

---

---

**Maréchal. Obra gráfica 1967-1994**

F. Maréchal. Madrid, 1994.

MARÉCHAL, François.

---

---

**Miró grabador**

(Vol. I) 1928-1960. Ed. Polígrafa. Barcelona, 1987.

DUPIN, Jacques.

---

---

**Pablo Picasso. Catalogue de l'oeuvre gravé et lithographié 1904-1972. (4 Vol.)**

Ed. Kornteld et Cie., Berna, 1984.

BLOCH, G.

---

---

**Paul Gauguin, catalogue raisonné of his prints**

Galería Kornfeld. Berna (Suiza), 1988.

MONGAN, E. H./ KORNFELD, E. W./ JOACHIM, H.

---

---

---

---

**Picasso Linoleum Cuts. Bacchanals, Women, Bulls & Bullfighters**

Ed. Harry N. Abrams. Nueva York, 1963.

BOECK, Wilhelm.

---

---

**Posada, el artista que retrató a una época**

Ed. Domes. México, 1977.

RODRÍGUEZ, A.

---

---

**Prints and Drawings of Käthe Kollwitz**

Dover. Nueva York, 1969.

ZIGROSSER, Carl.

---

---

**Rolf Nesch, cinco decenios de obra gráfica**

Museo Español de Arte Contemporáneo de Madrid, 1985.

ASKELAND, J.

---

---

**The Graphic Art of Edvard Munch**

Studio Vista. Londres, 1969.

TIM, Werner.

---

---

**Vallotton graveur**

Editions L'Age d'homme, Lausanne, 1986.

ST JAMES, Ashley.

---

---

**Vallotton. Dessinateur de presse et graveur**

Editions Favre, Lausanne, 2002.

MOREL, Jean-Paul.

---

---

**William Blake**

Fundación "La Caixa". Barcelona, 1996.

CALVO SERRALLER, Fco./ DIEGO, Estrella de/ HAMLYN, Robin.

---

---

**Xilografía alemana en el siglo XX**

Fundación Juan March. Madrid, 1985.

THIEM, Gunther.

---

---

---

---

### **Xilografías de artistas de Oriente**

Escuelas de Artes Aplicadas y Oficios Artísticos. Madrid, 1971.

IGLESIAS, José María.

---

---

### **Xilografías de Maréchal**

Ed. Erisa. Madrid, 1982.

CHAVARRI, Raúl.

---

---

## **REVISTAS**

### **- CUADERNOS DE HISTORIA DEL ARTE**

CARRETE, Juan/

VEGA, Jesusa: “Grabado y creación gráfica”.

nº 48, Historia 16.

### **- EL ALCARAVÁN (Instituto de Artes Gráficas de Oaxaca, Méjico)**

MANICK, Annette: “Una nota sobre las tintas para imprimir”. (Vol. III)

nº 8, Ene/Febr/Marzo 1992.

MORSE, Peter: “Método de impresión de una estampa japonesa según la descripción de Tokumo”. (Vol. I)

nº 4 Ene/Febr/Marzo 1991.

SÁNCHEZ, José: “Sobre las técnicas de Posada”. (Vol. II),

nº 5, Abr/May/Junio 1991.

- **GRAVAT INFORMATIU** (Centre Internacional de Recerca Gráfica de Calella, Barcelona).

ROSÉS, Jordi: “Técnicas aditivas, collagraph y carborundum sobre soportes alternativos”.

nº 1, año 1990.

- **PRINTMAKING TODAY**

TURNER, Silvie: “Power Prints. M. Rothenstein”.

Winter 90/91, Londres.

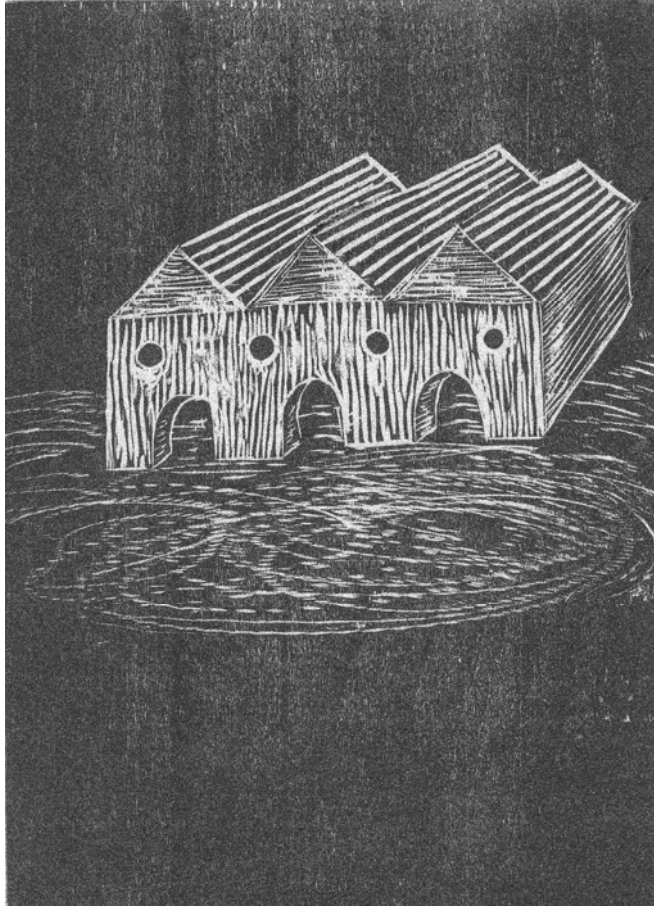
- **TECNIARTE**

AA.VV. “Los termoplásticos”.

“Los soportes rígidos modernos”.

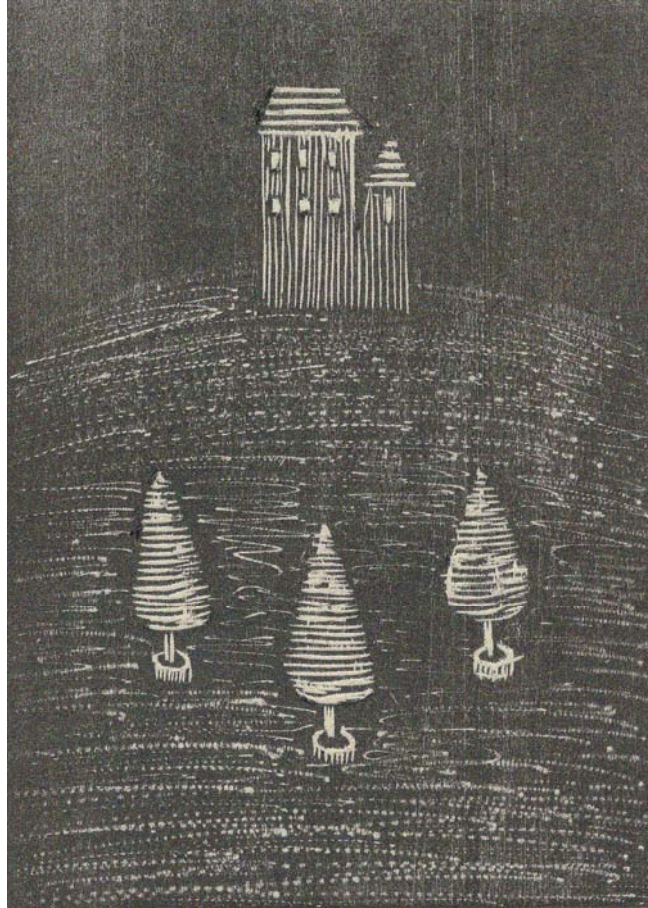
nº 13.

ANEXO

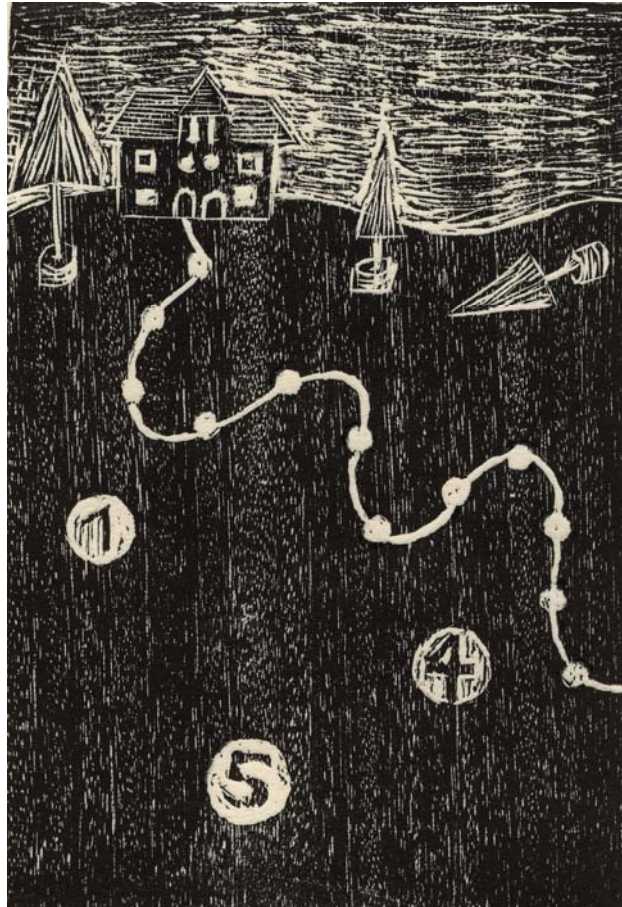


matriz	<b>madera de haya</b>
procedimiento	gubias / muela de óxido de aluminio
medidas	17x12 cm.

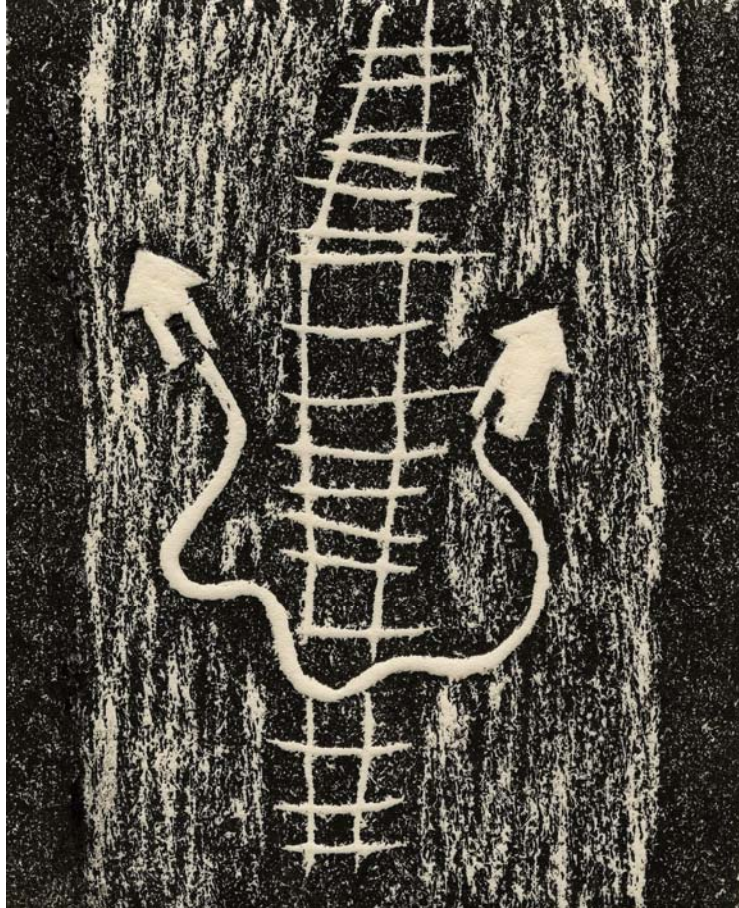




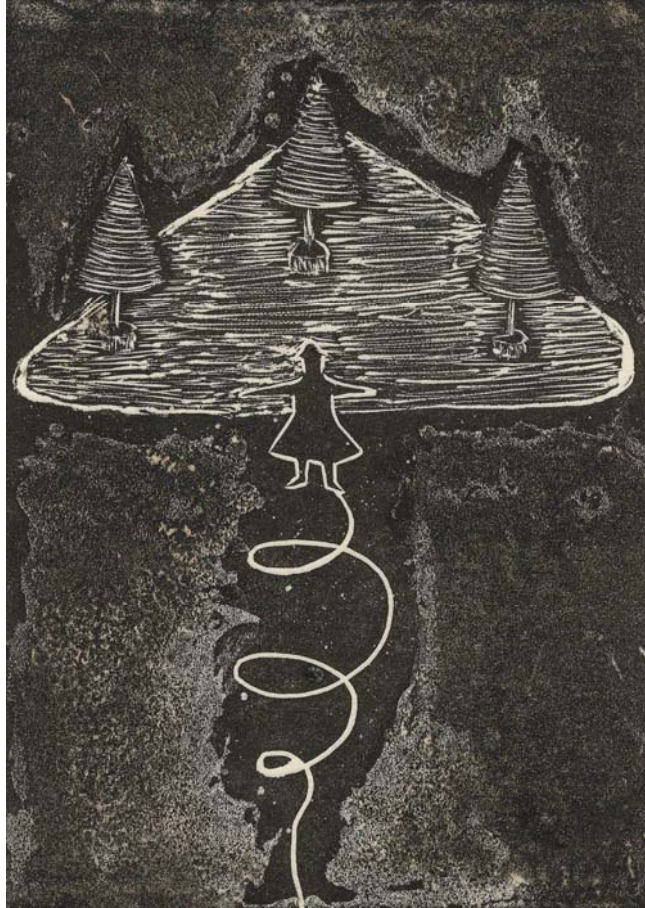
matriz	<b>madera de cerezo</b>
procedimiento	Gubias / fresa de carburo de wolframio / muela de óxido de aluminio
medidas	17x12 cm.



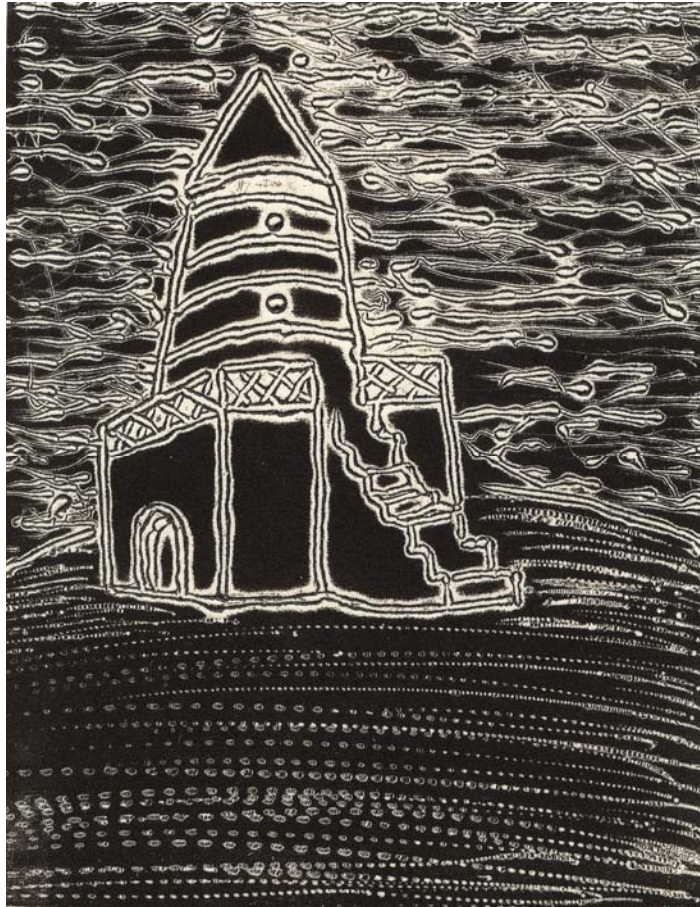
matriz	<b>madera de caoba</b>
procedimiento	gubias / muela de óxido de aluminio
medidas	17x12 cm.



matriz	maderas transformadas / aglomerado
procedimiento	gubias / cepillo de alambre
medidas	15x12 cm.



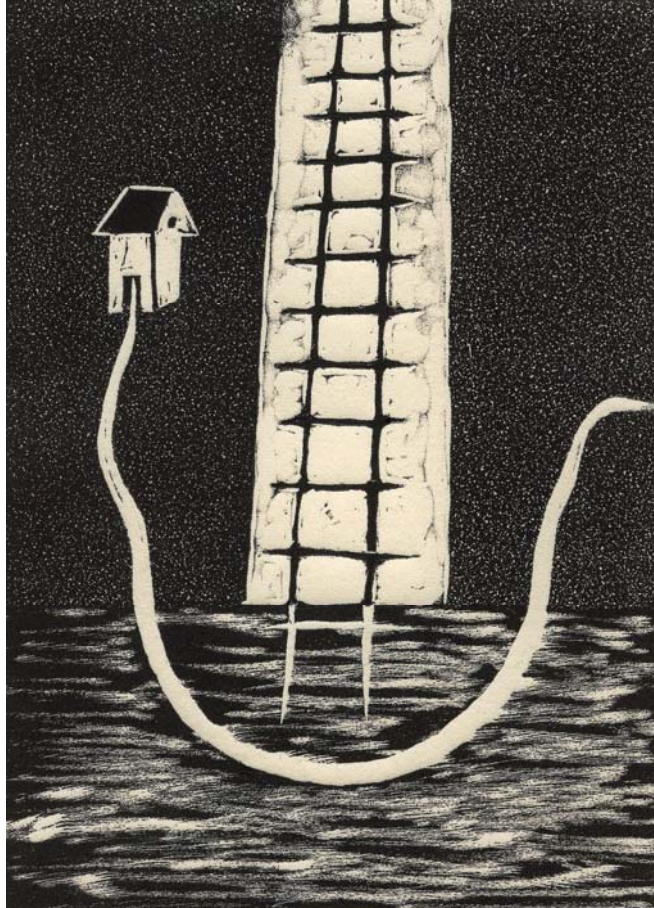
matriz	linóleo
procedimiento	gubias / sosa cáustica
medidas	17x12 cm.



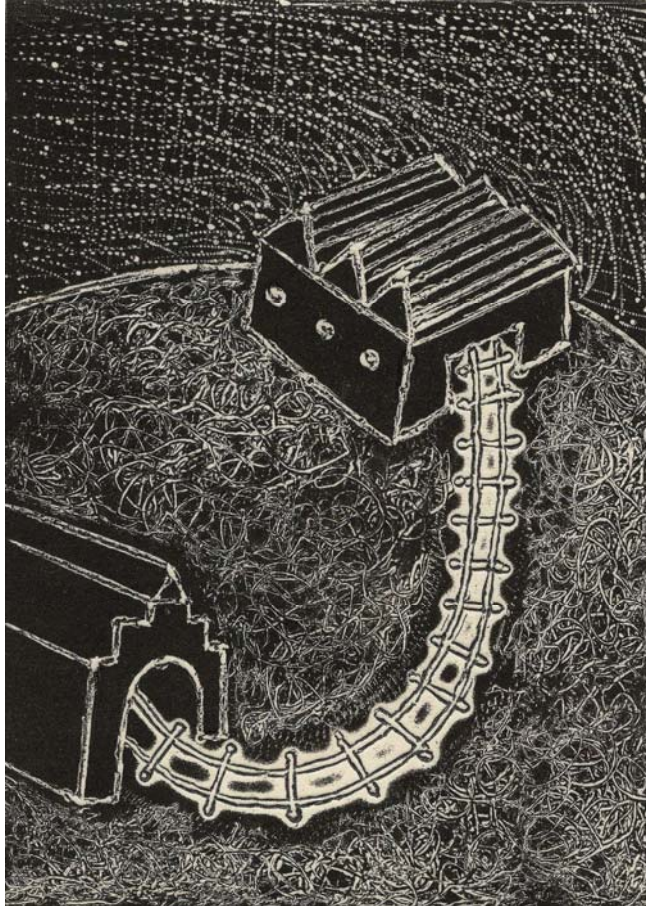
matriz	poliéster
procedimiento	Soldador / fresa de carburo de wolframio
medidas	14x11 cm.



matriz	<b>PVC espumado</b>
procedimiento	gubias / llama directa con aplicación previa de pegamento / cepillo de cerda
medidas	17x12 cm.

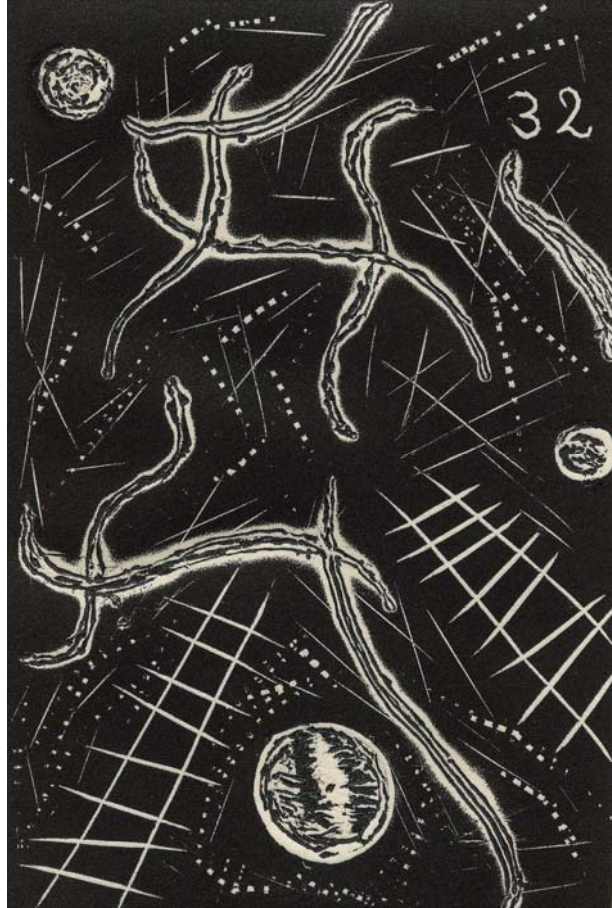


matriz	<b>PVC espumado</b>
procedimiento	gubias / impresión de texturas en frío / cepillo de alambre
medidas	17x12 cm.



matriz	<b>poliestireno</b>
procedimiento	muela de óxido de aluminio / fresa de carburo de wolframio / soldador eléctrico / aplicación de cloroformo e incisión con bruñidor y ruleta
medidas	17x12 cm.





matriz	<b>polietileno</b>
procedimiento	soldador eléctrico / rodela / gubias
medidas	15x10 cm.