

00262



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS
ACADEMIA DE SAN CARLOS

“MATERIALES ALTERNATIVOS EN LA ESCULTURA, LOS POLÍMEROS”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRÍA EN ARTES VISUALES
ESPECIALIDAD EN ESCULTURA

PRESENTA:
D.I. ADOLFO ALBERTO CERVANTES BAQUÉ



MÉXICO, D.F. 2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
LINGÜÍSTICAS Y LINGÜÍSTICAS
APLICADAS

Universidad Nacional Autónoma de México



**División de Estudios de Postgrado
Escuela Nacional de Artes Plásticas
Academia de San Carlos**

"Materiales Alternativos en la
Escultura,
Los Polímeros"

**Tesis de Maestría en Artes Visuales
Especialidad en Escultura
que para obtener el grado presenta
D.I. Adolfo Alberto Cervantes Baqué**

Directora de Tesis: Dra. Alfia Leyva del Valle

México 2002

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcionado.

NOMBRE: Adolfo Alberto Cervantes Baque

FECHA: 21 nov 2002

FIRMA: 

Índice de Contenidos .-

Introducción al trabajo con polímeros en la escultura.....	1
1. Posibilidades de la utilización de polímeros en la escultura.	
1.1. Escultura artística de escala regular.....	8
1.2. Escultura Monumental.....	8
1.3. Escultura Escenográfica, Publicitaria y Museográfica-Didáctica.....	9
1.4. Escultura en Arquitectura.....	11
1.5. Producción seriada piezas escultóricas	12
1.6. Restauración y modelos de sustitución.....	14
1.7. Enseñanza de la Escultura.....	17
1.8. Materialización de modelos virtuales.....	19
2. Los polímeros como materiales para la escultura moderna.	
2.1. La tradición Tecnológica de los plásticos como materiales.....	23
3. La Metodología del trabajo escultórico al emplear polímeros.	
La selección del material dentro de la metodología del proyecto escultórico y ejemplos de varios escultores	31
Criterios y Métodos de evaluación de los polímeros.....	38
3.1. Los valores en la relación escultor - material (los polímeros):	
3.1.1. La relación conceptual entre el material y el escultor.	
Aspectos conceptuales y semióticos de la utilización de los polímeros. Significado del material	39
3.1.2. La relación técnica entre el material y el escultor .	
Ventajas y desventajas prácticas del trabajo escultórico con polímeros. Durabilidad y resistencia a las condiciones ambientales.....	42
3.2. Los valores en la relación entre el material de la obra ya terminada y su distribución. Aspectos Vinculados a la comercialización de la obra escultórica en plástico. Valor inherente, valor conceptual, valor tradicional.....	44
3.3. La relación entre el material de la obra ya terminada y su consumo. Aspectos Estéticos y aspectos relativos a la psicología de la forma, el color y la textura de los materiales.	45
4. Clasificación de los Polímeros.	
4.1. Por su origen o procedencia.....	49
4.2. Por la complejidad de su estructura molecular.....	49
4.3. Por la configuración de sus cadenas moleculares.....	49
4.4. Por el proceso de su formación:.....	49
4.5. Por su comportamiento al calor:.....	49
Termoplásticos.	
Termoestables o termofijos.....	49
4.6. Clasificación por su presentación comercial y trabajo escultórico	53
Acrílicos.....	54
Acetato de Celulosa.....	55
Nitrato de Celulosa.....	55

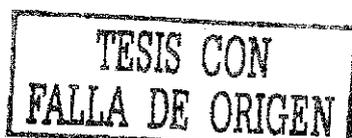
Poliestireno Expandido.....	55
Poliestireno Etrusionado.....	56
Resinas Poliéster.....	57
Resinas Epoxy.....	57
Resinas de Poliuretano.....	58
Resinas de Siliconas.....	63
Resinas Vinílicas.....	66
Policloruro de vinilo PVC.....	67
PVC flexible.....	68
Poliacetato de Vinilo PVA.....	69

5. Introducción al trabajo práctico con polímeros; técnicas y herramientas.

5.1. Aspectos de seguridad y salud en el trabajo con los polímeros.....	73
5.2. Aspectos de protección ambiental en el manejo de polímeros.....	78
5.3. Diseño, especificaciones y condiciones de trabajo en el taller de escultura con polímeros	80
5.3.1. Parámetros de diseño a considerar en el diseño del espacio de un taller de escultura en plásticos y en la planeación del trabajo: Iluminación, temperatura de la luz, etc	82
5.3.2. Diseño de espacios.....	81
5.3.3. Seguridad y salud en el trabajo con polímeros	86
5.3.4. Maquinaria para el taller.....	87
5.3.5. Herramienta de mano y utensilios taller	89
5.3.6. Protección y limpieza del herramental y del taller.....	94

6. Técnicas de definición formal, generación de texturas, pinturas y acabados con polímeros.

6.1. Técnicas aditivas:	
6.1.1. Moldeo con adición de fibras de refuerzo. Resina Poliéster y Fibra de Vidrio. Resinas, Gel Coats y de refuerzos, presentaciones de las fibras de vidrio y carbono. Resinas Poliéster y Epóxica.....	103
6.1.1.1. Aplicación sobre moldes. Para elaboración de originales y como refuerzos de moldes flexibles.....	109
6.1.1.2. Aplicación sobre núcleos.....	111
6.1.1.3. Esparado.....	
112	
6.1.2. Conformación por Vaciado en Moldes.	112
6.1.2.1. Diseño y elaboración de moldes.	112
Resinas para la elaboración de Moldes. Criterios de diseño; Fidelidad de copiado, facilidad de desmolde, la estabilidad dimensional de los materiales, agresividad de los materiales del molde al material del original y de las copia, resistencia, vida útil y número de copias. Agentes Desmoldantes, Condicionantes por el tipo de trabajo de reproducción.	
6.1.2.2. Resinas para la elaboración de Moldes.....	113
6.1.2.2.1. Moldes en R. Poliéster. Rígida y Flexible. Con refuerzo en Fibra de Vidrio y con carga.....	113



6.1.2.2.2. Moldes en Resina Epóxica.....	115
6.1.2.2.3. Moldes en Resina Vinílica.....	115
6.1.2.2.4. Moldes de Hule de Silicón.....	118
6.1.2.2.5. Moldes a la Cera Perdida para vaciados en frío.	
Preparación de las ceras de modelar de los moldes y los polímeros.	
6.1.2.3. Polímeros para vaciarse en moldes.....	122
6.1.2.3.1. Resinas gelables rígidas para Vaciados (proceso de	
gelado y catalizado)	129
6.1.2.3.2. Resinas líquidas flexibles para Vaciados los Plastisoles	
.....	130
6.1.2.3.3. Resinas espumables para Vaciados. Poliuretano	
espumado Poliuretano expandido rígido y flexible, el látex espumado.....	132
6.1.3. Encapsulados.....	
6.1.4. Conformación por Termoformado. Proceso de termoformado,	
laminados y moldes.....	136
6.1.5. Adición y manipulación de prefabricados. Elaboración de escultura y	
estructuras de cuerpos escultóricos.....	137
6.1.5.1. Perfiles, conectores, laminados y otros elementos estructurales	
prefabricados, acrílico, poliuretano, PVC rígido y espumado, laminados de espuma de	
poliuretano flexible. Maquinado normal de taller y maquinado térmico.	
.....	137
6.1.5.2. Laminados de espuma flexible y rígida . Poliuretano	
expandido flexible o hule-espuma.....	138
6.1.6. Texturas. Impregnación con materiales texturizados. Goteado.	
Esparado. Conformado y texturizado con folios, textiles y fibras (folio de Aluminio, folio	
de Poliuretano, telas texturizadas).	139
6.1.7. Cargas y Pigmentos para Polímeros.....	145
6.1.6.1. Cargas decorativas , texturizantes y pigmentos.....	146
6.1.6.2. Cargas para facilitar la aplicación y el modelado.....	152
6.1.6.3. Cargas para mejorar las propiedades físicas	152
6.1.6.4. Cargas con funciones específicas: (resistencia, reducción	
de los índices de contracción, resistencia a la intemperie, retardantes del	
fuego).....	154
6.1.8. Aditivos y Solventes para Polímeros.....	156
6.2. Técnicas reductivas o de substracción:	
6.2.1. La talla. Talla y maquinado de polímeros espumados. Espuma de	
Poliuretano Rígida. Espuma de Poliuretano.	108
6.2.1.1. En escultura directa.....	163
6.2.1.2. Para la elaboración de modelos para fundición.....	163
6.2.1.3. Para la elaboración de núcleos recubribles con otros materiales	
externos (Resina Poliester-Fibra de vidrio, cemento y concreto, yeso, barro,	
etc.).....	167
6.2.2. Erosión al chorro de arena. Sandblasting.....	168

6.2.3. Trabajo al fuego directo. Sopleado y quemado.....	168
6.2.4. Maquinado térmico. Corte, desbaste.	169
6.2.5. Corrosión por inmersión y aplicación de solventes	170
6.3. Técnicas reductivas-aditivas.	
6.3.1. El modelado. Plastilina Epóxica	170
6.3.2. Adición-gelado-lijado. Conformación de capas y plastas sucesivas. Aplicación a la espátula. Plásteres de Resina Poliéster. Preparación y herramientas. Técnicas de aplicación, adición y lijado. Cargas, solventes y aditivos. Resanes.....	171
6.3.3. Estructuras temporales de polímeros solubles. Plásticos espumados solubles.....	186
6.4. Pinturas y acabados.....	186
6.4.1. Clasificación de las pinturas.....	187
6.4.1.1. Pinturas Alquidaicas.....	188
6.4.1.2. Acrílicas y vinílicas, Piroxilitas, Epóxicas.....	189
6.4.1.3. Acabados.....	191
6.5. Adhesivos.....	192
 7. Nuevos Materiales Experimentales.	
7.1. Trabajo de escultura en plástico con ayuda de la computadora.....	199
La escultura asistida por computadora. Como opción virtual y como opción real.	
7.1.1. Plataformas Computacionales y Programas de diseño tridimensional. Modelos tridimensionales. Concepción y creación de modelos tridimensionales virtuales.	201
7.1.2. El Escaneo tridimensional.....	204
7.1.3. La materialización de los modelos virtuales.	206
7.1.3.1. Maquinado asistido por computadora (CAD-CAM).....	206
7.1.3.2. Estereolitografía	207
7.1.3.3. Sinterización.....	209
7.1.4. Internet como medio de información de los plásticos y de la escultura en general. Lugares de interés.....	210
Glosario de Términos Técnicos Específicos sobre Polímeros	213
Conclusiones	234
Bibliografía	237
Proveedores de Productos vinculados al trabajo con Polímeros en México (D.F.)....	244
Índice	246
Dedicatoria	249
Agradecimientos.....	251

Dedicatoria:

El texto de este trabajo lo redacté principalmente en Alemania
y dedico este trabajo a mis hijos;

Pablo Alberto Cervantes Baqué Tottmann

y

Benedikt Stephan Cervantes Baqué Tottmann

quienes fueron entonces y son ahora el mayor estímulo
que me permitió desarrollar y finalizar esta tesis.

Agradecimientos:

A los asesores de esta tesis

Dra. Alfia Leiva

Asesora de tesis por todos sus comentarios, aportaciones y apoyo.

Mtro. Francisco Moyao Pérez

Presidente del jurado de titulación por sus importantes aportaciones producto de muchos años de trabajo con polímeros.

Mtro. Francisco Javier Tous Olagorta

Por sus valiosos comentarios y observaciones sobre diversos aspectos tras detenida lectura

Mtro. Arturo de la Serna Estrada

Por su aliento y aportaciones en el tema de restauración.

Mtro. Melquiádes Herrera Becerril

Por sus amables comentarios y apoyo.

Para cualquier comentario o asesoría con respecto a esta tesis:

Alberto Cervantes Baqué

Teléfono particular 57-54-11-25

Teléfono celular 04455-5050-9136

Correos electrónicos acb@correo.azc.uam.mx

acbaque@yahoo.com

alcervan@itesm.com

Introducción.

A lo largo de la historia el hombre ha hecho uso de los materiales disponibles en su entorno para satisfacer sus necesidades fundamentales y para crear arte. Los escultores se han relacionado siempre con los materiales disponibles y representativos del nivel tecnológico de su civilización en su momento. En la actualidad; ¿que material puede considerarse como el mas representativo de nuestra civilización que los plásticos?

El tema de los plásticos como materiales alternativos para la escultura puede dar lugar a alguna polémica, pues existen varios factores que se podrían considerar como opuestos o negativos, algunos de éstos (y los citamos a continuación) son simples y llanas realidades que se han dado como consecuencia del devenir de los acontecimientos y otros son concepciones erróneas producto fundamentalmente de la desinformación:

- Los plásticos por circunstancia históricas han adquirido una reputación que los vincula mas con la construcción y la producción industrial que con el arte. Este hecho como ya se ha mencionado se puede enfocar también desde perspectiva de su representatividad con la época contemporánea.
- Los plásticos carecen de una tradición tecnológica como se tratará en detalle en el primer capítulo, a diferencia de los materiales tradicionales que por ese factor tienen una relativa ventaja al considerarlos como opción para la obra escultórica.
- La utilización de los plásticos como materiales para cualquier trabajo humano pueden tener inconvenientes al ser utilizados inadecuadamente. En realidad algunos compuestos pueden ser tóxicos, algunos tienen un olor desagradable, muchas veces existen riesgos de que el producto pueda encenderse o que los productos químicos involucrados en el proceso de su producción dañen el ambiente. Algunos otros posibles inconvenientes se podrían mencionar.

Todos estos riesgos pueden evitarse casi en la totalidad de los casos o por lo menos minimizarse. Un plástico bien utilizado denota que el que lo trabaja tiene un conocimiento de la tecnología moderna y su utilización adecuada pues los plásticos a diferencia de otros materiales que se trabajan tal como proceden de la naturaleza o con un grado de procesamiento básico, los polímeros están evolucionando continuamente y cuando resultan inconvenientes por su toxicidad, inflamabilidad o cualquier otro factor negativo, desaparecen del mercado y son substituidos por otros compuestos mas depurados y adecuados.

Por otro lado procede mencionar aquí que también varios materiales tradicionales también pueden representar riesgos en la perspectiva del trabajo moderno, baste citar el trabajo de la talla que tradicionalmente se hacia con gubias o cinceles, ante la perspectiva actual del trabajo con maquinaria presenta muchas veces

riesgos de salud ante la posibilidad de inhalar los polvos que pueden ser muy tóxicos, por ejemplo de piedras cuya composición muchas veces se ignora.

Retomando el tema de los polímeros, existe una asociación al concepto de úsese y elimínese relativo a estos materiales que obstaculiza que se aprecien debidamente muy a pesar de la depuración tecnológica que hay detrás de cada polímero moderno.

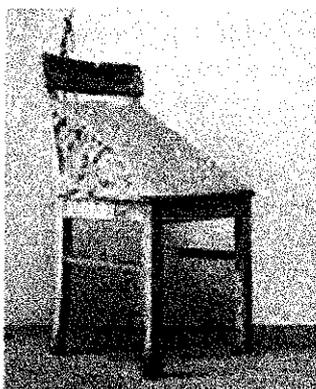
En contra partida a esto las tendencias modernas del arte han cuestionado muchos valores que antes se consideraban irrefutables, tal es el caso de la perdurabilidad de la obra artística. Actualmente se ha generado la concepción del arte efímero. Así mismo muchas veces se critica el hecho de que el arte se oriente solo a las clases sociales mas poderosas y ricas evidenciando que el arte se convierte de esta manera en la creación de objetos decorativos de gran valor por sus materiales y no tanto por el contenido conceptual que pueda tener la obra artística.

Nuestra realidad actual presenta la dualidad entre nuestras tradiciones regionales o nacionales y la tendencia globalizadora de nuestra civilización global. Es claro que ese sentido se da el fenómeno de apropiación tecnológica y en ocasiones nuevos materiales con mucha vitalidad entran en un determinado contexto social y producen fenómenos como los de la producción de artesanías con ellos, pareciera con esto que se tendería a perder el matrimonio entre técnica e identidad.

Sin embargo este cambio de materiales casi nunca conlleva una trasgresión de los modelos formales de cada región o de su interpretación de la realidad, paleta de colores, tradiciones, etc. sino que mas bien el material e incluso su tecnología de utilización se asimilan y se transforman y reinterpretan en la interacción sociedad-tecnología características de cada cultura.

El escultor actualmente puede optar por mantener en su trabajo el uso y técnicas de materiales tradicionales o integrarse en mayor o menor grado a esa tendencia global, tal es el panorama de post-modernismo.

Tenemos los antecedentes de revaloración de los materiales de la obra plástica planteados por artistas de la post-vanguardia como Anselm Kiefer, Cesar Baldacini, David Salle (pintura en acrílico), Christo y Joseph Beuys.



Este último particularmente desarrolló su pensamiento hacia la realidad concreta, lo que queda ilustrado en su predilección por los materiales mas sencillos e “insignificantes”. Beuys ha contribuido a conceder una nueva dignidad a los desechos y materiales sin un valor inherente comercial y ha proporcionado una utilidad nueva a lo usado por su función conceptual. Un testimonio evidente en contra de una sociedad que ha cultivado una actitud consumista. Con este antecedente el valor del material como base fundamental de la obra artística pierde validez.

Imagen 1.- “Silla con Grasa” de Joseph Beuys 1963

Los plásticos como materiales opcionales en las artes plásticas han tenido un evolución en cuanto a su aceptación de las llamadas artes mayores. En la pintura casi ya no se cuestiona sus valores artísticos, si una obra pictórica fue realizada con acrílicos u otras resinas. En grabado por ejemplo los tipos de tintas utilizados por lo general tienen bases de materiales plásticos y esto a nadie importa y así por el estilo sucede con otras bellas artes.

El caso de la escultura es diferente al de la pintura y el elemento del tipo de material de la obra sigue siendo fundamental, tal vez solo en las galerías y museos de arte moderno de algunas ciudades distintivamente de vanguardia en el arte escultórico como Nueva York y Barcelona hayan tenido cabida obras hechas en plástico. Afortunadamente esta situación esté cambiando hacia un criterio mas amplio, esto sucede sin embargo de manera lenta.

Desde luego hay tanto entre los artistas como entre los galerista y los coleccionistas de arte los que mantienen un clasicismo o academismo conceptual y optan siempre por las técnicas puristas. Estos optarán en la pintura por un óleo preparado con las imprimaturas tradicionales y nunca aceptarán una escultura en polímeros.

Por otro lado, como ya se mencionó, están los nuevos enfoque artísticos como el arte objeto, las instalaciones y ambientaciones, tendencias que reconociendo su arraigo cultural, ven en los polímeros los materiales mas representativos de la realidad actual.

El presente trabajo no pretende ignorar los inconvenientes antes mencionados sino justamente valorarlos desde una perspectiva técnica, con la filosofía de que la valoración del material y su tradición tecnológica como fenómeno cultural se da de manera similar a como se daba en la antigüedad. Los medios de comunicación han cambiado esta perspectiva y los libros, las redes de comunicación computarizada, los medios electrónicos de enseñanza interactiva y multimedia substituyen rápidamente al modo de asimilación y aprendizaje en un tema que es también cambiante y en evolución.

Hipótesis de trabajo.-

El presente estudio en su contexto de tesis de estudios de postgrado a nivel **Maestría de Artes Visuales** en su especialización de **Escultura de la Escuela Nacional de Artes Plásticas, Universidad Nacional Autónoma de México**, pretende postular:

- a) Que los polímeros son materiales ampliamente aplicables a la escultura moderna.
 - b) Que son materiales representativos de nuestra sociedad actual y que pueden adquirir una identidad propia no solo a través de su cualidad específica de imitar otros materiales, sino de sus posibilidades de conformar apariencias, texturas y colores novedosos y distintivos en cuanto a que solo con los polímeros es posible tal experimentación. En este sentido pueden y de hecho
-

han empezado a formar una identidad propia y una tradición tecnológica con similitudes y diferencias a las tradiciones tecnológicas de otros materiales.

c) Que presentan innumerables ventajas en cuanto a costo, resistencia, durabilidad, etc. con respecto a otros materiales y su uso es recomendable para infinidad de proyectos escultóricos.

Metodología de investigación.-

Planteamiento de la Hipótesis (fase previa)

A través de los siguientes recursos se plantearon los contenidos de este estudio:

- Investigación Bibliográfica.
- Investigación
- Entrevistas recurrentes con expertos en el campo tanto a nivel artístico como académico, industrial y artesanal.
- Experiencia previa adquirida a través de la realización de proyectos escultóricos realizados en polímeros diversos.
- Conocimientos tanto teóricos como prácticos adquiridos durante el transcurso de los estudios de Maestría.

Cabe destacar con relación a la información bibliográfica lo siguiente:

Se realizó un exhaustiva búsqueda que incluyó varias bibliotecas y la consulta en Internet que abarca la mayoría de la publicaciones disponibles en todo el mundo, encontrándose en el tema de polímeros en la escultura pocas referencias específicas, de las cuales, al tratar de adquirirlas se encontró que casi la totalidad estaban fuera de publicación o con fecha de re publicación suspendida indefinidamente.

Existen mas referencias sobre los polímeros desde el punto de vista industrial mismas que se utilizaron con la problemática de su adecuación de enfoque y lenguaje al uso artístico. Así mismo existen una cuantas publicaciones mexicanas que brindan aportes sobre tecnología semi-industrial y artesanal que sin embargo fueron de gran utilidad.

Experimentación, evaluación y demostración de la Hipótesis.

Como experiencia personal el autor obtuvo la licenciatura en Diseño Industrial y por mas de 22 años ha ejercido la profesión bien con proyectos de diseño, proyectos escultóricos y a través de la docencia. Gran parte de esta experiencia se ha enfocado al trabajo con polímeros y su vinculación a la enseñanza de técnicas de realización de modelos y prototipos de diseño industrial así como mas recientemente en la enseñanza de proyectos de enseñanza de la escultura (experiencias de productos arte-objeto-funcionales que se describen mas adelante). Esta práctica, además del conocimiento de las tecnologías de manejo de polímeros ha permitido habilitar al autor de esta tesis a reflexionar en torno al significado de estos materiales como medios expresivos y de definición formal.

Es también través de la realización de varios proyectos escultóricos utilizando polímeros (sobretudo la realización de escultura monumental y escenográfica) que los postulados de esta investigación se han puesto a prueba. Se reconsideraron y verificaron varios elementos de la Hipótesis (tanto aquellos de índole técnica como

propuestas teóricas que vinculan la utilización de los polímeros a características particulares de expresividad y ventajas técnicas).

Así mismo la investigación bibliográfica mas profunda ayudó a la realizar en mismo proceso de los restantes elementos de la Hipótesis tanto teóricos como prácticos.

De esta manera se procedió a la redacción final del estudio y a la revalorización a través de 5 asesores de tesis quienes brindaron aportaciones y suscitaron la reconsideración de diversos aspectos (en la parte final de esta tesis se da constancia y agradecimiento a estos distinguidos profesores)

Presentación final de la tesis.

Durante este estudio se destacarán la problemática que presenta los plásticos para su aceptación ante el escultor y su sociedad así como los postulados teóricos y conocimientos técnicos y prácticos para sustentar las hipótesis de esta tesis.

Así mismo se presentarán varios proyectos escultóricos ya terminados, tanto aquellos obtenidos de fuentes bibliográficas como los hechos por diversos escultores entre ellos los del mismo autor de la tesis. Esto con el propósito de ejemplificar los postulados teóricos y conocimientos técnicos en un proceso de demostración de los mismos.

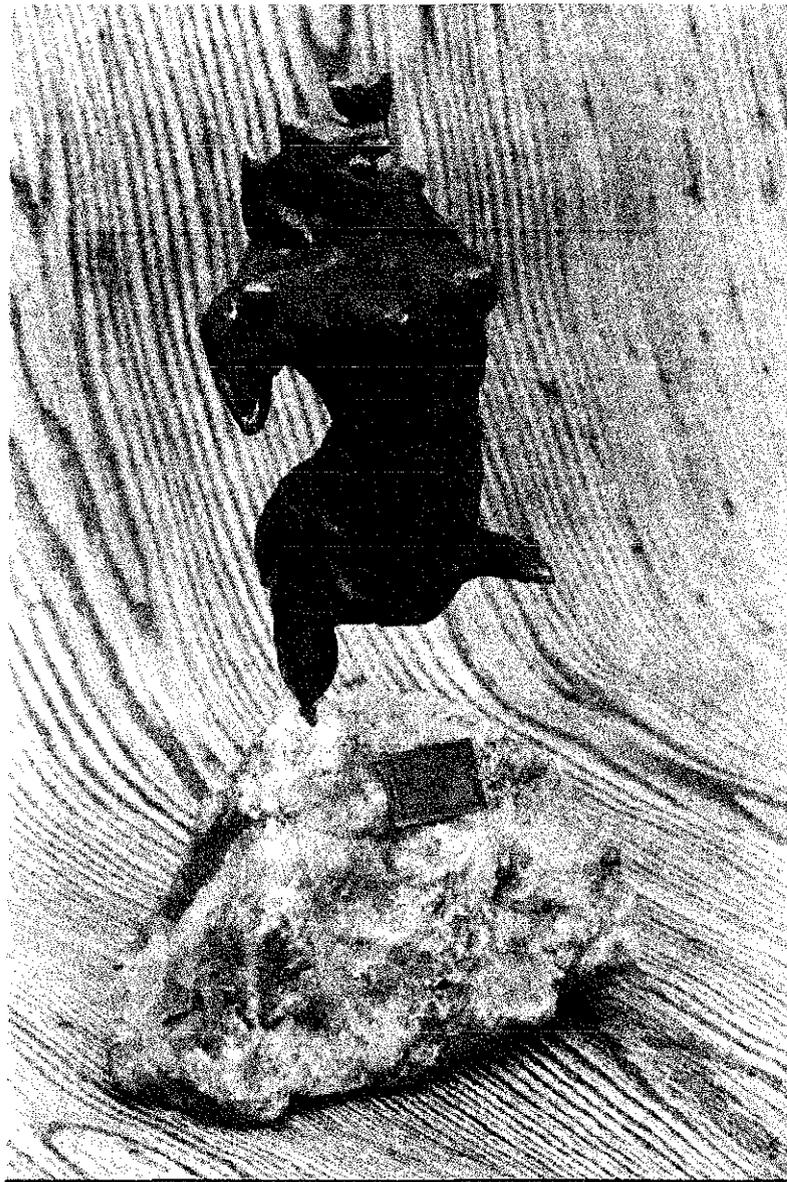
El resultado final además de guardar su formato de tesis de maestría se presenta también como un manual para escultores con la descripción de las diversas técnicas incluso se incluyen varias técnicas novedosas producto de la experiencia del autor, así mismo los aspectos teóricos se presentan de manera que se puedan sustentar como razones bien fundamentadas para apoyar el uso de los polímeros en proyectos escultóricos.

Capítulo 1.

Posibilidades de la utilización de polímeros en la escultura:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

“Esfumación” Bronce de
Alberto Cervantes Baqué
1996



“Los Polímeros en la Escultura”

Tesis de Maestría.

UNAM - ENAP - Academia de San Carlos.

Alberto Cervantes Baqué

1. Posibilidades de la utilización de polímeros en la escultura:

La intención de este primer capítulo es presentar al escultor interesado en los plásticos, una perspectiva amplia que le permita tener un panorama completo sobre el trabajo que se puede realizar, tanto dentro de la plástica, como en áreas relacionadas, donde la actividad del escultor pueda tener cabida. El propósito no es entrar en ningún análisis de las fronteras de lo escultórico y lo artesanal, lo comercial y lo artístico, sino considerar campos alternativos a un trabajo profesional.

Como todos los materiales escultóricos los plásticos tienen un carácter peculiar por sus características de plasticidad, costos, facilidad de trabajo, duración, etc., que los hacen más adecuados para ciertos usos, de la misma forma estas peculiaridades limitan su rango de utilización en otros casos, bien por sus limitaciones o bien porque materiales diferentes han ganado un lugar tradicional.

Como con gran claridad lo afirma Felipe Ehrenberg¹ la perspectiva del artista no es fácil ni en los países industriales ni en los que están en vías de desarrollo, no se diga de los países pobres. De esta forma por lo general el artista tiende a tener otra actividad como es la docencia o la aplicación de sus conocimientos a la industria y otras muchas alternativas para sobrevivir económicamente. Aquellos que tienen sus obras vendidas apenas las producen son tal vez contadas excepciones a esta aseveración. Revisando la trayectoria de muchos artistas incluso estos exitosos recién mencionados, encontraremos que han efectuado amplia gama de actividades como las que a continuación se mencionan:

1.1. Escultura artística de escala regular.

Este primer apartado incluye un amplio rango típico del trabajo escultórico desde la miniatura, pasando por lo que en escultura figurativa como sería una escultura de cuerpo entero a escala natural o de un grupo de figuras, desde unos pocos centímetros hasta unos pocos metros, es decir que es el rango que incluye toda la obra típica del escultor desde obras para galería, para museos, encargos privados como retratos, obra conceptual, arte efímero, etc.

1.2. Escultura Monumental.

El término de escultura monumental puede tener dos acepciones que pueden hacer variar el enfoque al considerar los plásticos como opcionales para cualquiera de estas dos posibilidades. Aunque por escultura monumental se entiende toda escultura de gran tamaño puede tener además este término la connotación de monumento.

Para una escultura de gran tamaño los plásticos son sin duda el material más adecuado considerando los siguientes aspectos:

Facilidad de trabajo.

Economía en los costos del material y facilidad de su transportación.

Relación peso volumen.

¹ Ehrenber, Felipe. “El Arte de Vivir del Arte”, Biombo Negro Editores México 2000

Alta confiabilidad² del material.

Haciendo una selección de cargas y aditivos adecuados factores que normalmente se podrían considerar como inconvenientes pueden minimizarse o incluso nulificarse, tales factores serían:

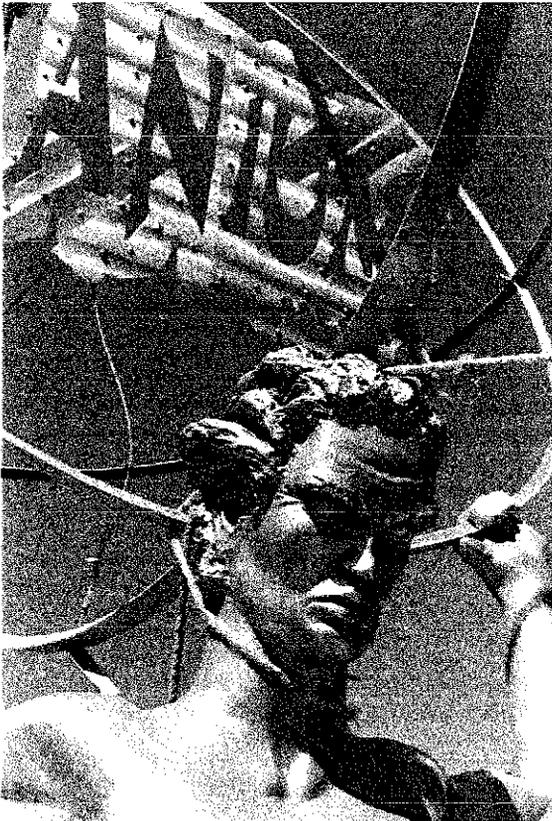
Duración en el tiempo de la escultura.

Riesgo de inflamabilidad.

Significado convencional del material. Aquí nos referimos al problema tratado en la introducción pues los plásticos se han asociado con la industria mas que con el arte.

En el caso de la escultura para monumentos es probable que quien patrocine el proyecto tenga prejuicios en contra de los plásticos. Existen suficientes referencias bibliográficas (mismas que se mencionan aquí), así como suficiente material técnico de los productores comerciales de los plásticos para respaldar la resistencia, durabilidad seguridad, etc. de estos materiales.

1.3. Escultura Escenográfica, Publicitaria y Museográfica-Didáctica .



La escenografía es desde luego un campo aparte y diferenciado de la escultura, sin embargo como actividades profesionales son muy cercanas dada la orientación de actitudes y habilidades de quienes las realizan. Desde luego no todos los proyectos escenográficos será un escultor quien los pueda resolver, baste pensar en aspectos como la sonorización, el manejo de luces, etc. Así mismo tampoco la mayoría de los escenógrafos puedan hacer escultura artística, pero definitivamente algunos proyectos escenográficos requieren de un escultor. Es por tanto no el campo típico del escultor pero si un opción de trabajo que en muchos casos permiten también la proyección de elementos artísticos.

Imagen 2.- Atlas Tittanium. Alberto Cervantes y otros autores. Obra escenográfica de 5 mts de altura en resina poliéster y fibra de vidrio.

² Por confiabilidad entenderemos aquí la el grado de certidumbre que puede tener el escultor en relación al material no trabajado. Quien puede garantizar que dentro de un bloque de mármol blanco no haya escondida una veta de otro color o una fisura interna que debilite la escultura final.

Los plásticos resultan para la producción escenográfica una opción ideal superando casi todos los materiales restantes, los plásticos reforzados con fibra de vidrio o las grandes masas de espumados plásticos son excelentes para dar los efectos mas caprichosos de cualquier representación de teatro o cine. Muchas veces asociados a papeles, cartones, textiles y otros materiales resultan por mucho la opción mas práctica de trabajo teniendo además las siguientes ventajas:

Bajo costo.

Facilidad de manejo durante el trabajo escultórico.

Fácil mantenimiento.

Ligereza para transportación y movimientos de tramoya.

Versatilidad para simular cualquier otro material.

Bajo riesgo de inflamabilidad (con las consideraciones pertinentes).

Así mismo siguiendo las especificaciones de seguridad al preparar los plásticos que se mencionan en el capítulo 3 (punto 3.2.5.) la mayoría de ellos resultan seguros y no tóxicos a los actores o público y otros usuarios vinculados a la escenografía.



Imagen 3.- Muestra de maquillaje para efectos especiales realizada en foam látex. Con este material se confeccionan máscaras que no representan daño a la salud. Se modelan en materiales tradicionales como cera o plastilina y a partir de moldes flexibles se conforma el foam látex.

El campo de la escenografía no se limita al teatro pues están también la producción cinematográfica y de televisión las cuales requieren este tipo de modelos los cuales muchas veces deben ser articulados, aquí podemos citar ejemplos que van desde la elaboración de máscaras, seres imaginarios, extraterrestres, monstruos de gran escala, etc. Esta alternativa se ha dado en llamar **efectos especiales** y es un campo que vincula al maquillaje y multitud de técnicas incluso también con el trabajo virtual en computadoras (muchas veces basado en modelos reales modelados y transferidos por escáneres tridimensionales).

Otra variante a este trabajo de modelado escultórico es también la opción de modelar esculturas con fines publicitario de diverso tipo (logotipos tridimensionales, piezas para adosar en fachadas, etc.) o bien para la industria (juguetes, envases, artículos decorativos-utilitarios, etc.) y mencionaremos finalmente la **escenografía urbana** bien sea la de la temporada navideña o las de las promociones políticas y campañas educativas diversas.

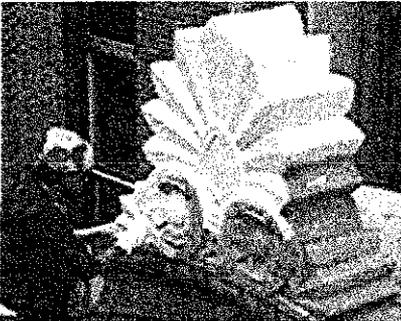
Material didáctico.

Muchas veces muy vinculado al campo escenográfico está la elaboración de modelos didácticos para la enseñanza de diversas temáticas (modelos anatómicos, biológicos, etc.) y así mismo la elaboración de modelos que terminarán en museos pero no de arte, es decir la manufactura de modelos que substituyen los originales bien porque no son accesibles por no existir mas (como podría ser modelos de dinosaurios u otros seres extintos) o no factibles de ser exhibidos porque se deben proteger o mantener en condiciones especiales (piezas arqueológicas delicadas), en este último caso es posible que no se requieran de las habilidades de modelado del escultor sino tal vez de las de elaboración de moldes y retoque o aplicación de pátinas. Esta interesante opción desde luego requerirá que el escultor estudie temáticas especiales o se asesore de expertos.

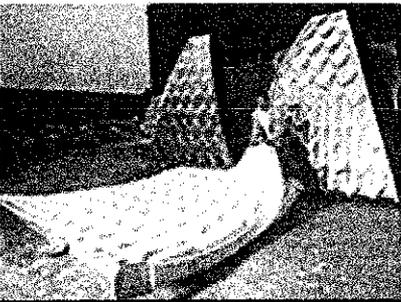
1.4. Escultura en Arquitectura.

La arquitectura moderna como desde la antigüedad mantiene gran vinculación a la escultura. La manifestaciones se han dado tanto en fachadas como fuentes, adornos, frisos, remates de columnas y multitud de aplicaciones donde los plásticos resultan ahora la opción de material ideal para este tipo de trabajo por la posibilidad de imitar otros materiales en su apariencia.

El caso mas evidente es la comparación con el trabajo en piedra cuando en lugar de tallar la roca lo cual es un trabajo pesado y actualmente muy costoso, se pueden ahora con mayor facilidad modelar ceras o plastilina para a través de moldes obtener múltiples reproducciones en resinas poliéster o epóxicas combinadas con refuerzos de fibra de vidrio y pudiendo imitar granito, mármol (incluso veteado), roca volcánica, etc. la mayoría de las veces superando propiedades como ligereza y durabilidad a la intemperie (acción degradadora del sol, acción destructora por cambios de temperatura, erosión pluvial, etc.).



Además tendremos el factor de que ya hecho de que elaborados los moldes se puedan obtener mas de una pieza y por tanto se facilita el trabajo muchísimo, pues en la Arquitectura es muy común la repetición modular de los modelos escultóricos.



Debe pensarse que no solo la arquitectura moderna puede utilizar modelos escultóricos en plásticos, sino que también debido a que muchas ciudades pretenden mantener una unidad estilística, se da el caso que los proyectos arquitectónicos modernos deban mantener una cierta coherencia estilística en ciudades con un estilo arquitectónico ya definido con anterioridad y obligándose por leyes de construcción, tal es el caso del Centro Histórico de la Ciudad de México, tenemos aquí la posibilidad de partir de los modelos estilísticos antiguos para reinterpretarlos y aplicarlos con tecnologías modernas.

Imágenes 3 y 4.- Moldes de piezas arquitectónicas en silicón.

1.5. Producción seriada piezas escultóricas.

Aquí se trata de realizar no las típicas producciones limitadas para venta en galería sino de producciones masivas o por lo menos mas numerosas, dependiendo de las intenciones del artista que pueden ir desde las piezas escultóricas con propósitos únicamente decorativos o tener intenciones conceptuales mas profundas, así mismo puede pensarse en piezas de pequeño formato, relieves hasta piezas grandes.



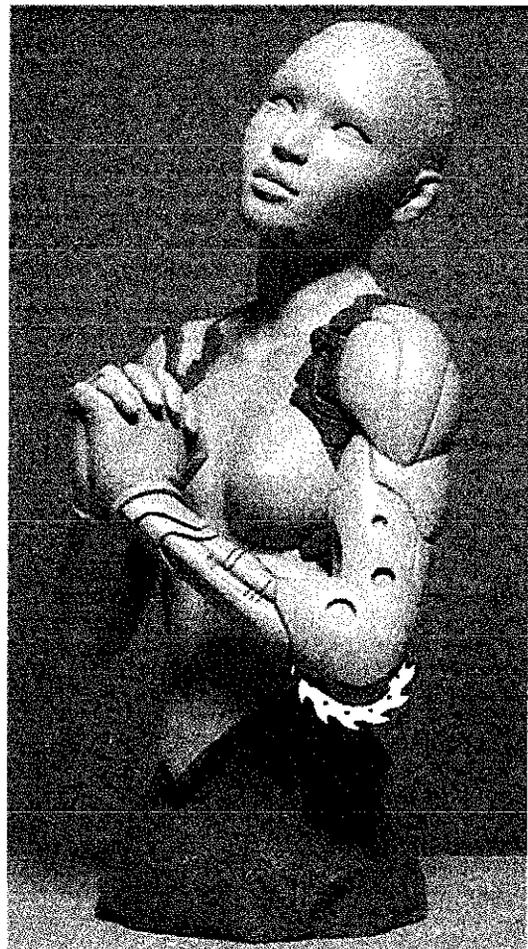
Imagen 6.- Reproducción de una pieza en resina a partir de un molde flexible de silicón.

Cualquiera que sea el caso los plásticos presentan una muy interesante opción dadas sus características de bajo costo resistencia estructural (resistencia al impacto, dureza, etc.) así mismo la posibilidad de reproducir la apariencia de casi todos los restantes materiales.

Imagen 7.- Personaje del Cómic Japonés “Kabuki” comercializado como figuras de polímeros por la empresa Moore Creations.

Sin entrar en una discusión sobre la validez artística de esta opción es indudablemente una forma de que mayor cantidad de público pueda acceder a piezas escultóricas del artista que considere esta posibilidad.

Baste referir la opción de las actuales prestigiadas marcas de porcelana como Lladro, Rosenthal, Maisen, Villeroy & Boch que basan su producción en técnicas tradicionales antiguas combinándolas con la inclusión de modernas como el moldeo con caucho de silicón y otros procesos de producción que no difieren mucho de los necesarios para hacer piezas de plástico, desde luego dentro del trabajo en plásticos no hay un cocido y además diremos que la porcelana tiene una significación cultural particular, una amplia tradición tecnológica y un mercado ya formado, factores donde los



plásticos tienen aun gran camino por fincar. El postmodernismo es tal vez la situación ideal para habilitar un posibilidad así.

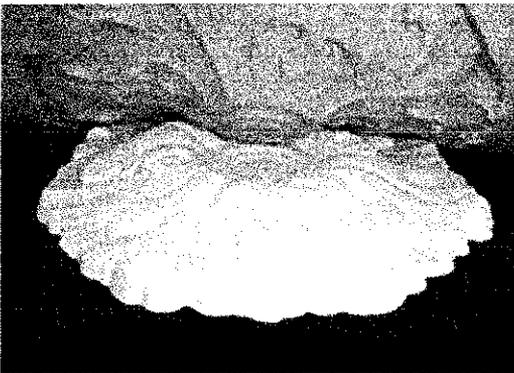
Tal vez en este sentido se pueda mencionar el ejemplo específico de la reproducción de personajes de tiras cómicas y afamadas películas que se reproducen incluso en materiales plásticos y que en países como el Japón resultan casi un culto.

Existen tanto en grandes tiendas comerciales como empresas que se anuncian en Internet y que comercializan sus ventas por catálogo. Los objetos que ofrecen para la decoración de casas, hoteles, oficinas o material didáctico para escuelas son productos que independientemente de su valor artístico se comercializan masivamente. Si estas opciones puedan ser trabajadas con mayores o menores méritos escultóricos o conceptuales dependerá de la decisión de cada escultor o artesano según estos o aquellos decidan considerar esta opción como viable, dependerá también claro de su habilidad y sensibilidad artística.

1.6. Restauración y Modelos de Substitución.

El campo de la restauración es una disciplina amplia e interdisciplinaria que implica muchos conocimientos diferentes que, aunque indudablemente requiere la intervención de especialistas, el escultor puede participar en parte del trabajo el cual en muchas ocasiones se realiza con materiales plásticos.

Desde luego muchas veces los plásticos utilizados en restauración no son las formulaciones convencionales y normalmente disponibles comerciales sino preparaciones especiales con propiedades de duración o facilidad de manejo especiales para la restauración. Como se trata en este estudio el escultor o el restaurador podrá hacer sus propias formulaciones y con experiencia lograr preparaciones de gran durabilidad y facilidad de manejo.



Uno de las mas interesantes posibilidades de intervención del escultor es la elaboración y restauración de modelos de substitución a ser elaborados en plásticos y con moldes por lo general hechos en materiales plásticos o silicón.

Por modelos de substitución nos referimos a la situación donde existen piezas originales de diferentes materiales que por diversas circunstancias (riesgo de sufrir atentados vandálicos, riesgo ante la acción de la intemperie, la erosión, la acción de bacterias, hongos, roedores u otros organismos, etc.) deben ser substituidos por copias en materiales mas resistentes a estos agentes destructivos o degradadores y los originales, los cuales muchas veces están ya deteriorados, deben ubicarse en lugares mas seguros.

Otra alternativa vinculada a esta es la de modelos de sustitución para fines arquitectónicos decorativos. Como parte de la línea de productos prefabricados se puede incluir el tema de detalles arquitectónicos de diversas tendencias (columnas, barandales, molduras, zoclos, etc).

Desde luego son generalmente modelos de apariencia producidos en espuma de poliuretano lo cual les da la ventaja de no representar una carga, pero al mismo tiempo no tienen una función estructural sino solo decorativa.

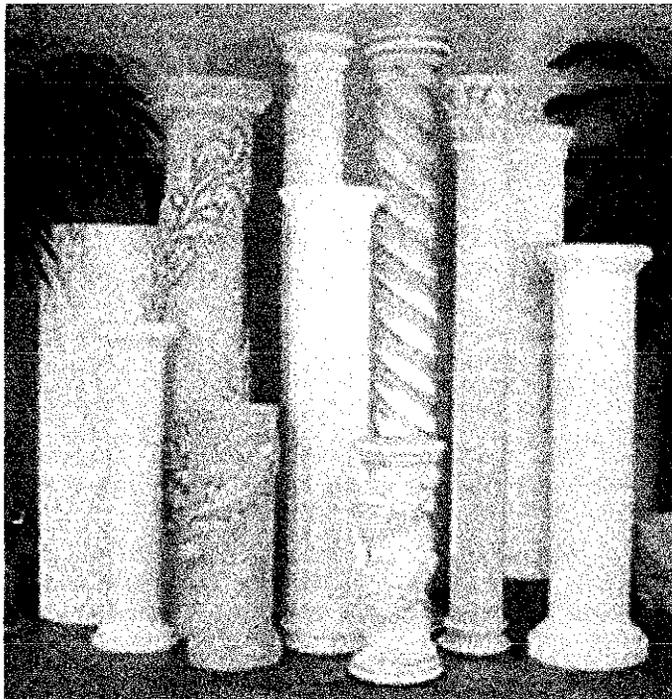
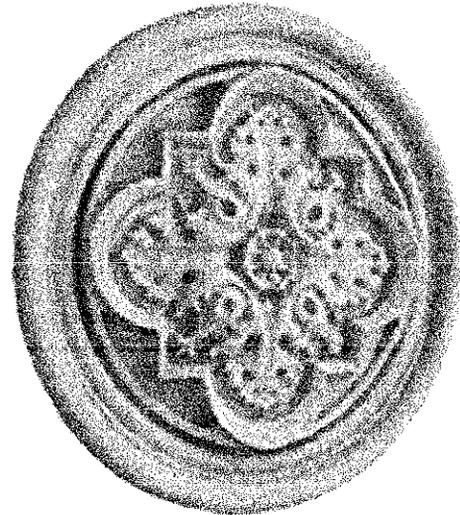
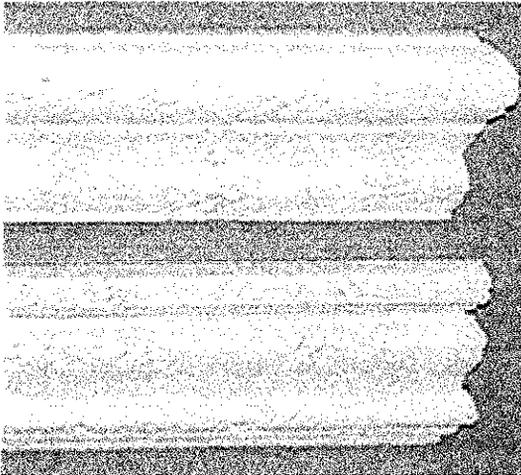


Imagen 8, 9 ,10 y 11.- Rosetón, columnas y molduras en polímero que se venden por catálogo como aplicaciones prefabricadas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Imagen 12.- Proceso de la realización del molde de silicón de uno de los caballos de San Marcos, Italia.

Restauración. Cabe destacar un hecho del que continuamente se quejan los restauradores y es que el escultor no solo por el hecho puede ser automáticamente restaurador sino que solo a través del estudio de las técnicas específicas puede participar conjuntamente con expertos en proyectos de restauración.

Cabe mencionar aquí que la restauración debe considerarse siempre en todo proyecto escultórico, los escultores en ocasiones no se preocupan en estudiar los materiales que utilizan para cuidar la permanencia de sus propio trabajo. Esto es particularmente importante en el trabajo de los polímeros, pues formulaciones adecuadas tienen gran durabilidad mientras que inadecuadas formulaciones o preparaciones de los componentes utilizados provocan que una obra sufra aún en periodos cortos de tiempo grandes deterioros. Así mismo rara vez los artistas se preocupan de llevar un registro del tipo de materiales que se utilizaron de manera que pasado el tiempo, al restaurador le resulta difícil proceder ante el desconocimiento del tipo y formulación de los materiales constitutivos de la obra.

Existen diferentes enfoques en la filosofía de la restauración, desde aquellos que pretenden hacer la menor intervención posible en una pieza deteriorada hasta los que pretenden hacer una completa reconfiguración tendiente a dar la apariencia que tuvo la pieza al ser creada, muchas veces se pretende utilizar solo materiales tradicionales otras veces se proponen materiales mas duraderos y resistentes a los agentes destructores (en tales situaciones intervienen los polímeros).

De los múltiples materiales utilizados en la escultura hay muchos de ellos que han demostrado históricamente su permanencia. Los plásticos aunque de los de mas reciente ingreso en las artes plásticas pueden en ocasiones según pruebas científicas compararse o superar incluso a muchos materiales tradicionales.

El hecho de que los polímeros resulten mas o menos durables y permanentes depende tanto de la formulación química del componente como de su forma de preparación y de los aditivos o cargas con los que esté preparado. El escultor debe estar desde luego enterado de las características de los materiales disponibles en el mercado, tanto de los productos comerciales comunes como los de uso especializado.

1.7. Enseñanza de la escultura.

Los polímeros son excelentes opciones para la enseñanza de la escultura dado su bajo costo y facilidad de maquinado y conformación. Aunque al pensar en la enseñanza de cada material se requiera un enfoque especial que deberá consumir mucho tiempo para conocer a detalle las posibilidades de cada materia, los plásticos son una buena opción para definir forma con facilidad y entonces concentrarse a la parte conceptual a fondo. El rango de utilización de los polímeros como materiales para la enseñanza de la escultura va desde la concepción de las formas hasta la aplicación de conceptos vinculados a la reflexión de nuestra era contemporánea.

Generalmente el alumno de escultura puede percibir con mayor facilidad la forma bidimensional y de ahí generar una sección extruída es un ejercicio de gran efecto pedagógico. De esta forma se puede pasar de una abstracción en dos dimensiones y a través de su corte calado en un laminado de unicel se puede luego de

rigidizar, convertir en una propuesta tridimensional interesante. Esta propuesta se presta para aplicarla a esculturas u objetos vinculados al arte cinético y es excelente oportunidad para que el estudiante conozca y analice las propuestas de los artistas cinéticos como Alexander Calder.

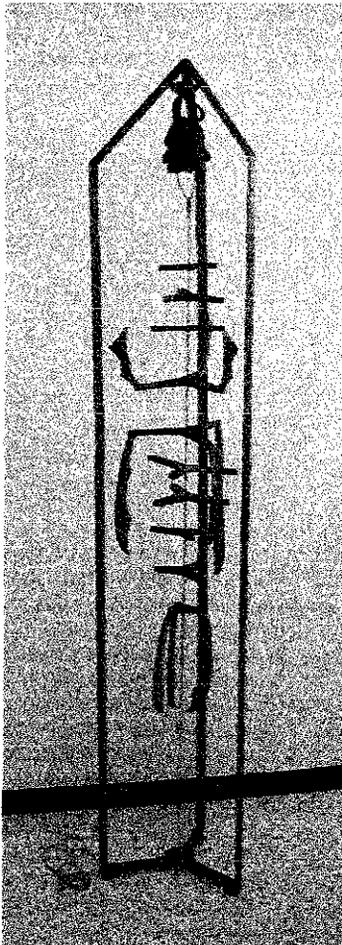
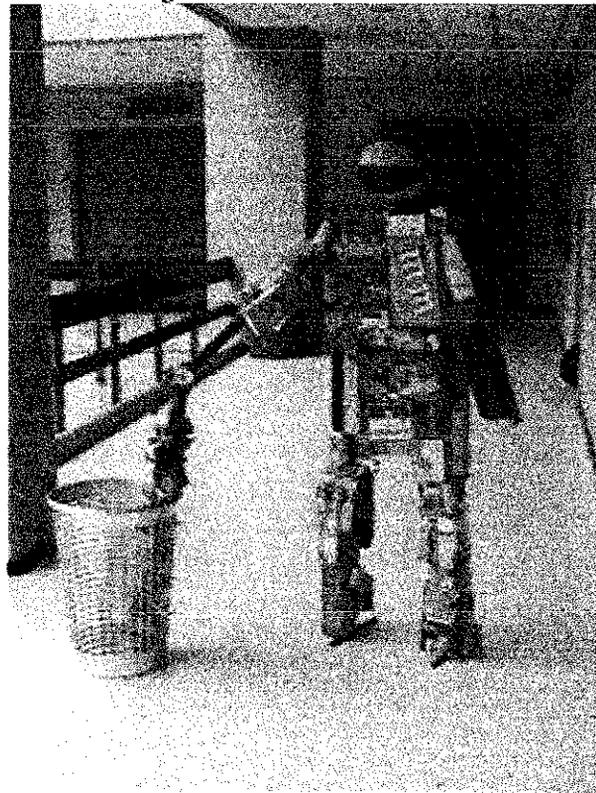


Imagen 13.- “Lámpara Pez” de Fernando Barragán, estructura de metal y secciones móviles de unicel endurecido con resina epóxica pintada, ejercicio de la materia de escultura.

Imagen 14.- “Hombre Ecológico” de María del Pilar Romero ejercicio de Arte Objeto Funcional 2002. Empaques de plástico sobre estructura metálica.



Otro ejercicio muy adecuado para ser realizado en polímeros es el de Arte-Objeto-Funcional. Todos los ejemplos ilustrados en esta páginas aquí fueron ejecutados en la materia de Escultura en

la carrera de Diseño Industrial en el Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México y se pretendía proponer objetos con un efecto artístico aunque no fueran factibles de ser reproducidos industrialmente. Aparte de estas consideración todos los requisitos normales de un objeto de diseño industrial debían cumplirse, es decir que debían tener una adecuación funcional y ergonómica independientemente de que el tratamiento conceptual de la pieza tuviera un efecto artístico bien definido.

La enseñanza de diversos procesos productivos pueden ser involucrados en estos ejercicios de manera que en los objetivos pedagógicos se combina el dominio técnico del material con el control del concepto de la obra sin perder de vista que puede haber significados deliberadamente ambiguos o ambivalentes y expresiones personales.

Imagen .-“Silla Desayuno” de Mariana Morelos 2002 (pan y mantequilla en espuma de poliuretano cubierta con PVA y resina poliéster reforzada con fibra de vidrio, yemas en resina poliéster , estructura de la paleta en metal).

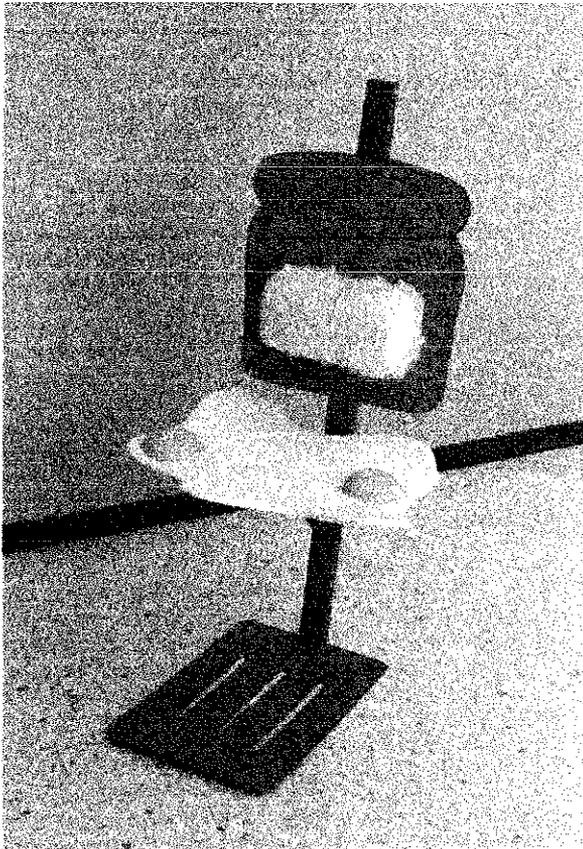


Imagen .-“Muletas Vivas” de Jocelyn Sánchez González 2002. Prendas de vestir impregnadas de resina poliéster

1.7. Materialización de modelos virtuales.

Se trata de una novedosa posibilidad para la escultura que se detalla en el Capítulo 7 y que consiste en que formas y objetos definidos por computadora con propiedades específicas de color, textura e incluso propiedades físicas como dureza, índice de reflexión y refracción, etc. y mediante sus coordenadas.

A final de cuentas solo existentes como información en matemáticas binarias para su proceso y que hasta solo hace poco tiempo fascinaban por la posibilidad de ilustrarse bidimensionalmente con realismo fotográfico, ahora a través de nuevos procesos de producción es posible materializarlas con la ayuda de resinas líquidas que se catalizan y solidifican con el recorrido de un rayo láser o ceras que van trazándose con ploters en una secuencia de trazo sobre trazo. Es un campo verdaderamente nuevo para la escultura que puede abarcar desde el rango realista hasta la escultura geométrica, las formas abstractas y la mas teóricas especulaciones formales.

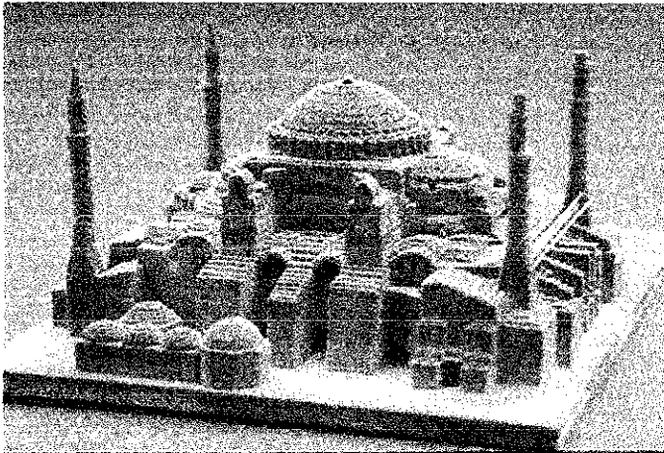


Imagen 17.- Modelo estereolitográfico de la catedral de Constantinopla.

Estos procesos de materialización de los modelos virtuales se han dado en llamar estereolitografía y ploteo 3D y muchas veces estas tecnologías van acompañadas de la contraparte, es decir que modelos matéricos reales (bien sea tal como se dan en la naturaleza o los modelados por escultores) se registran en un llamado

escaneo tridimensional (existen varios métodos mecánicos y fotográficos) y de esta forma se introducen como información digital tridimensional a la computadora para luego atribuirles propiedades específicas (texturas, articulaciones, propiedades físicas, etc.) Estas formas virtuales luego ser animadas o ilustradas. De esta manera un escultor idea personajes que se modelan en cera o plastilina, los cual luego de escanearse tridimensionalmente pueden animarse con gran realismo para la realización de videos o películas cinematográficas.

Estas tecnologías hasta hace poco solo disponibles a grandes compañías cada vez son mas accesibles al usuario particular aunque aun en México y en gran parte del mundo no son disponibles, no así en los Estados Unidos.

Capítulo 2.-

Los plásticos como materiales para la escultura moderna.

“Punka” Bronce Plateado de
Alberto Cervantes Baqué



2. Los plásticos como materiales para la escultura moderna.

Originalmente los plásticos impactaron la civilización concibiéndose como un solo tipo de materiales con un significado muy similar, sin embargo los plásticos son en realidad muchos y muy diversos materiales de características y propiedades muy particulares. Por tanto tienen características muy diferenciadas (perdurabilidad, facilidad de trabajo, plasticidad, etc.) integran un grupo muy heterogéneo de materiales diferentes, esto cada vez se percibe mas claramente para la población en general.

2.1. La tradición Tecnológica de los plásticos como materiales.

Los plásticos como materiales de reciente ingreso en la civilización puede decirse que aun carecen de una identidad cultural definida por que aunque ya se hayan creado enormes cantidades de productos funcionales. Surgieron cuando el contexto cultural industrial era ya muy comunitario e internacionalista carecen pues de una tradición tecnológica nacional o bien un sentido tradicional, aunque en la actualidad son sin duda los materiales mas estudiados por la ciencia y la tecnología (apareciendo cada año cientos de nuevos productos con diversas aplicaciones). La generación de la tecnología de los polímeros tiene mas un carácter trasnacional que nacional.

Los talleres que puedan existir vinculados al trabajo experimental del plástico se dan en ámbitos de educación tecnológica o universitaria, el trabajo del tradicional taller de aprendizaje que se inició formalmente en la Edad Media y el consecuente dominio de la técnica de producción se han modificado en este caso. Así pues no se pretende generar una tradición educativa sino la exclusividad de la patente y el seguridad de la información para garantizar beneficios comerciales. La aplicación de la técnica va acompañada ahora del concepto de hágalo Usted mismo (*do it your self*), desde luego nosotros (las compañías poseedoras de la tecnología) le vendemos todo lo necesario.

Hasta principios de este siglo podría afirmarse que los materiales disponibles al escultor se limitaban a los de su región y en función de ello, las técnicas de proceso de fabricación de objetos útiles y artísticos evolucionaron regionalmente. Esta correlación entre disponibilidad de materiales y desarrollo tecnológico daban un sentido de **apropiación cultural** hacia los materiales y las técnicas que se iban desarrollado en cada pueblo o grupo humano.

Las diversa culturas, como producto de su propia historia se han identificado con los materiales que representan sus regiones dado a que en cierta medida les permiten afirmar su identidad, así la alfarería china es distintiva de la japonesa y a su vez ambas son diferentes a la tibetana.

Entre los grupos humanos (como parte de su identidad) existió siempre una clara noción de que en su calidad de comunidad, múltiples factores los unían; sus creencias, su organización jerárquica, sus normas sociales y junto con de otros muchos factores, su conocimiento y dominio de los materiales para sobrevivir.

Estos procesos generan un sentido de "pertenencia tecnológica" que tiene diversas implicaciones:

- Por un lado la conciencia de que es posible tener un determinado nivel de vida al confrontar de mejor manera a la naturaleza. Esto significaba tener casas mas confortables, muebles mas cómodos, herramientas de trabajo mas eficientes. Aunque el concepto de ecología es muy reciente como ciencia, la noción de que el grupo social debe su existencia a la coexistencia con la naturaleza y sus recurso ha existido desde que el hombre dejó de ser nómada.
- El conocimiento común y apropiado para el control del entorno daba identidad cultural al grupo, también a través de lograr tener un acervo de objetos prácticos, artesanías y objetos artísticos reconocidos por su belleza y calidad en otros ámbitos. Los diferentes poblados de distintos países eran conocidos por sus característicos productos y consecuentemente por el dominio de la técnica en el manejo de aquellos materiales³.
- Finalmente aunque tal vez no agotando las posibilidades, el impacto comercial que estos conocimientos y la práctica correspondiente tenían entre las distintas sociedades y sus interrelaciones.

Los artistas esquimales recientemente revalorizados, talladores de marfil y hueso escogieron entre materiales disponibles y las características de su arte, la abstracción y economía formal tienen gran relación al tipo de material y herramienta disponible. Ya reconsiderada su producción artística las sociedades esquimales se modificó ante las perspectivas de comercialización de esta producción y en este sentido tanto por los temas como por la escala de las esculturas e incluso la diversificación de materiales y herramientas utilizadas ha producido una modificación en la forma de producción y en el arte mismo.

Podemos concluir que en la civilización ha existido para cada expresión cultural una **tradición del material**, es decir que determinada comunidad tal vez era reconocida en su región por el característico trabajo en madera o barro. Trabajos vinculados al arte y la artesanía aun mantienen en muchas regiones de Europa una vinculación al trabajo de talleres y gremios que prevaleció siempre y se formalizó mas a partir de la Edad Media, incluso el sistema de enseñanza de algunas de estas actividades se ha oficializado a través del esquema del maestro de taller que dirige y enseña y los aprendices que deben cumplir años de trabajo e ir ascendiendo en la jerarquía. Aun hoy en Alemania quien quiere oficializar sus estudios debe asistir varios años a un taller autorizado y reconocido del para obtener un título profesional. Es un esquema que se basa en la jerarquía de quien tiene años de conocer y dominar un material específico y quien puede supervisar y encauzar el trabajo de los aprendices.

³ Ejemplificaremos aquí dos casos para el tiempo en que el comercio con oriente iniciaba el caso de las sedas chinas y con el paso del tiempo al habilitarse el comercio la circulación de materiales el sentido de apropiación tecnológica ya no dependió de material en sí, sino de la tecnología de producción y otros aspectos artísticos inherentes a cada cultura, baste citar también los marfiles filipinos.

De manera similar las relaciones entre los diversos talleres reproducen el antiguo esquema de gremios que entre otras funciones de índole comercial (proteccionismo ante la introducción de productos extranjeros entre otros), estos esquemas conformaron la trascendencia de la **tradicón tecnológica de los materiales**.



En toda cultura ha habido los denotados conocedores del manejo de los materiales conocidos como los maestros productores que no se conciben generalmente solos sino como producto de una tradición tecnológica porque de otra manera no podrían tener un preponderante lugar en sus respectivas sociedades. Hablamos de aquellos que logran el dominio total del material, en muchas ocasiones solo conservando y aplicando técnicas heredadas generando un trabajo tradicional, en ocasiones desarrollando nuevas técnicas. El Japón ha valorizado algunos de estos maestros en el trabajo de diversos materiales (cerámica, papel, metales, entre otros) nombrándolos tesoros nacionales vivientes.

Imagen 18.- “Jarra Sgrafito” de Nakasato Tarouemon,

Tesoro viviente del Japón.

Esta tradición implicaba conocimientos heredados, el concepto de los secretos de la técnica, una disciplina de práctica constante para el dominio de la misma, un consiguiente conocimiento empírico y a través de la experimentación o la casualidad, el eventual descubrimiento de nuevos elementos en la técnica que habilitan que este proceso sea factible de tener una constante evolución en un grado mayor o menor dependiendo de los factores externos que afecten los materiales, la cultura y la filosofía educativa⁴ o los elementos sociales del grupo. Esta dinámica es la que se institucionalizó en los talleres de producción de los diferentes materiales y objetos, bien utilitarios o artísticos, así mismo a mayor escala, introdujo la necesidad de integración de gremios para la comercialización y protección de las técnicas en sí.

Inerme en toda este proceso existió siempre un sentido social primitivo de que las personas integradas en esta dinámica eran los responsables de confrontar el devenir de los acontecimientos, es decir habilitaban la vida práctica, la supervivencia en diferentes situaciones adversas. Desde los artesanos de la edad de piedra capaces de curtir las pieles de los mamíferos para soportar las inclemencias del invierno o los talladores de la misma piedra indispensables para la caza que eran creadores de las herramientas propias y del grupo.

⁴ Aquí nos referimos de nuevo al sentido del secreto de la técnica pues ¿de cuantas obras artísticas y artesanales se desconoce su manera de producción al haberse extinguido el taller o el maestro productor?

La trascendencia del conocimiento de los materiales y las técnicas de transformación condujo en gran medida los acontecimientos históricos y las relaciones entre las diversas culturas. Antes de la producción industrial toda la tecnología se manejaba desde luego a niveles artesanales y los mismos talleres y artesanos que producían objetos prácticos de la vida cotidiana en tiempos de paz, producían la infraestructura para habilitar la defensa y destrucción en tiempos de guerra y en estos casos la tecnología mas avanzada o eficiente decidía la preponderancia de ciertos grupos humanos sobre otros. En los eventos de guerra los artesanos que decidían cooperar con el enemigo tenían amplias expectativas de vida e incluso facilidades para posibilitar estas expropiaciones tecnológicas.



Retomando la primera de las ideas de la trascendencia tecnológica en cuanto a la mejor confrontación de la naturaleza. Mucho antes del advenimiento de las preocupaciones sobre la ecología, mucho antes incluso de haberse creado ese concepto, existía en muchas culturas una noción de un modo de vida acorde con los procesos naturales. Las experiencias de las cosechas inadecuadas, la tala inmoderada había dado a las sociedades conceptos de la vida en común con lo natural.

Imagen 19.- “Madre con hijos” de Martha Tikie escultora Inuk, valuada en 2,800 dolares.

La mitología de los grupos indígenas de los Estados Unidos, Alaska y Canadá, ahora reconsiderada en una moderna perspectiva, reconoce en la asignación de dioses y tabúes de un sistema de educación para la conservación de la naturaleza y sus ritmos de reproducción.

Así mismo la predominancia de algunas culturas sobre otras se daba por la accesibilidad de recursos naturales, también la caída de las mismas iba vinculada a los errores de conservación de recursos o a la no evolución de las tecnologías. Potencias navales como la España del siglo XV y XVI fueron factibles gracias a que en ese entonces existían en esa nación bosques que a partir de ese auge fueron destruidos. Los mástiles de los galeones que surcaban los océanos conocidos crecieron en bosques castellanos ahora llanuras de la España central.

Es indudable que uno de los aspectos mas trascendentes de la obra artística contemporánea es la generación de dialectos especiales y distintivos de cada época a partir del lenguaje particular de cada forma artística (la escultura, la pintura, etc.). Cada artista genera sus propios códigos personales dentro de los límites (recursos y

limitaciones) que le impone en gran medida cada material que utiliza y los efectos particulares que logra son producto de su concepción del universo y de lo que ha aprendido de los materiales. Al ser los plásticos una opción particular con características distintivas que le confieren una identidad propia (dentro de una enorme gama de posibilidades) no debería existir barrera alguna para considerarlos como cualquier otra opción de material para la escultura.

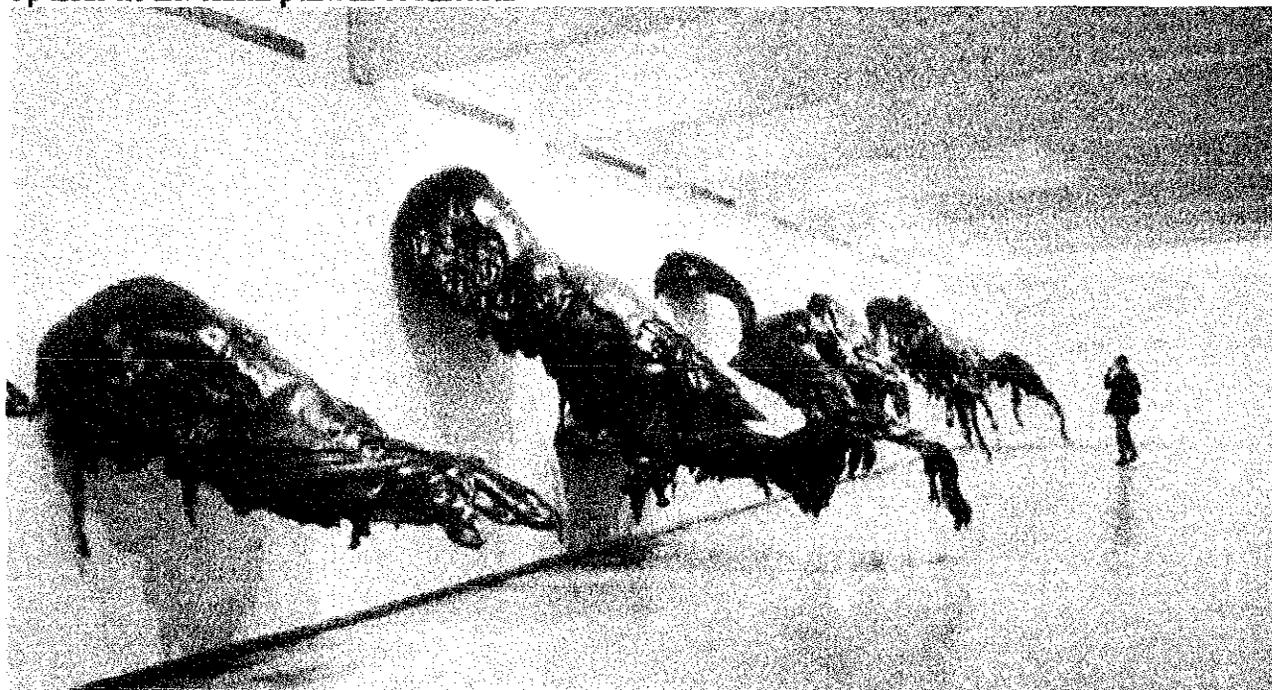


Imagen 20.- *“Productos adhesivos”* de Linda Benglis 1971 Espuma de Poliuretano pigmentado con óxido de hierro y pigmentos negros. Luego de mezclarse se aplicó el espumado sobre una estructura.

Capítulo 3.- La Metodología del trabajo escultórico al emplear polímeros.

“y sin embargo sonrío...” bronce de
Alberto Cervantes Baqué 1997.



3. La Metodología del trabajo escultórico al emplear polímeros.

La selección del material dentro de la metodología del proyecto escultórico. Los escultores trabajando con Polímeros.

Seleccionar el material con el que se realizará la escultura es un momento fundamental en todo proyecto escultórico, muchos artistas han resaltado la importancia del material mencionando que las características del material les sugieren la generación de la forma y no hay seguramente escultor que no conozca el concepto del **respeto por el material** es decir el conocimiento de lo que se puede y lo que no se puede hacer con cada uno en particular.

No pretendiendo establecer un modelo metodológico para las artes plásticas podemos mencionar que la selección del material se suele manejar muy ligado al proyecto pero como un factor supeditado a la funcionalidad del objeto. En la escultura es posible pretender supeditar la elección del material al concepto artístico, pues la trascendencia del material utilizado por cuanto a sus cualidades de textura, color, etc. tienen una función que se traduce directamente en el efecto artístico integrándose muchas veces en lo conceptual de la obra. La afirmación de que los escultores se dejan llevar por las propiedades del material es totalmente válida.

Los polímeros son materiales de propiedades homogéneas a diferencia de otros como la madera o algunas piedras que tienen una estructura interna orientada por vetas que hacen que su dureza y resistencia dependa del sentido u orientación del grano. Los polímeros bien sea vertidos en un vaciado o tallados a partir de un espumado, doblados o maquinados, normalmente carecen de esa variabilidad y en este sentido, aunque se deba conocer sus posibilidades, la afirmación de que las variaciones del material marquen la pauta para la creación de la forma se reducen (una excepción a esto es el efecto de piel integrada en algunos espumados que mas adelante se trata). Esta misma homogeneidad la tienen la cera y el barro aunque la plasticidad de estos es también lograda por algunas de las nuevas plastilinas hechas a base de polímeros.

Es importante destacar que si bien todos los materiales generan patrones distintivos durante el proceso de su formación (las maderas por anillos de crecimiento, las rocas metamórficas por depósito de estratos, las rocas ígneas muchas veces por la ebullición de sus componentes a altas temperaturas) en los polímeros como caso especial entre los materiales disponibles para la escultura el artista puede intervenir en ese proceso o aprovecharse de los resultados. Así por ejemplo los polímeros espumables o aquellos que de ser líquidos pasan a solidificarse durante su gelado tienen la tendencia a comportarse característicamente generando patrones en su fabricación que el escultor puede aprovechar como parte del proceso escultórico.

El escultor marsellés Cesar Baldaccini (1929-1998) utiliza esto en su serie Expansiones

Imagen 21.- Cesar Baldacinni en un evento mostrando el vertido de una resina de poliuretano. Nótese que lo hace sobre una película de polietileno a la cual no se le adhieren otras resinas.



Imagen 22.- “Expansión Núm. 5.” César Baldaccini 1969. Escultura de resina poliéster que demuestra el dominio de los polímeros pues la formulación en de alta densidad (formulación especial) su elaboración es por vertido directo y con gran control del catalizador pues en volúmenes grandes por la generación de calor y la contracción tiende a producirse rupturas.

Este concepto que considera las características propias de cada material es una tendencia donde la forma escultórica entra en resonancia con el material del que está formado. Así por ejemplo en las obras de César Baldaccini y John Chamberlain (aquí ilustradas) los efectos de ondulaciones y expansiones son producto de los fenómenos involucrados en la producción del material ya que a diferencia de otras materias los polímeros son los únicos materiales que se pueden producir durante la ejecución de la obra, la otra opción es transformar un material ya producido.

Muchos escultores se dejan llevar por las características del material mientras otros por el contrario luchan con estas propiedades y tratan producir el efecto en el espectador de

asombro al mostrar que con tales materias se puede lograr un particular efecto artístico.

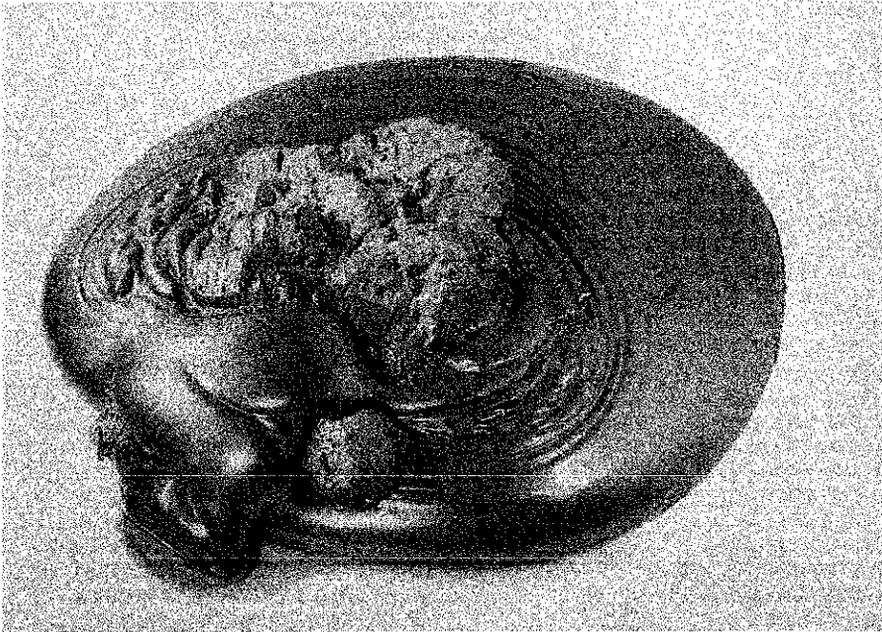


Imagen 23.-
“Expansión n° 3, Lunar” de Cesar Baldacini 1969. Vertido de resina poliéster y espumado de poliuretano. Las obras de Cesar son de formato medio grande, alrededor de 1 m. de diámetro lo cual técnicamente complica mucho su elaboración.

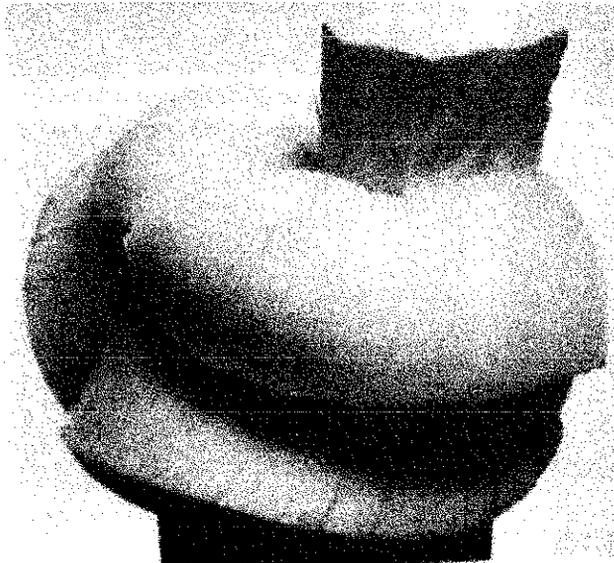


Imagen 24.- “Hua” de John Chamberlain 1967. Escultura en espuma de poliuretano que se produjo a través del libre espumado haciendo cortes con una herramienta con mucho filo y antes de terminar el espumado se amarró con cordel de nylon.

Imagen 25. “Hua 3” de John Chamberlain 1967. Obra producida de manera similar



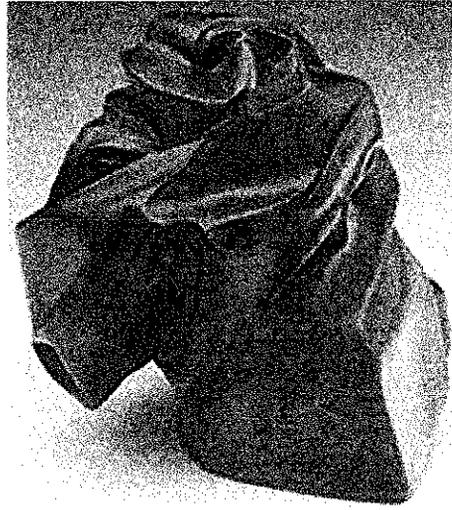


Imagen 26 y 27.- John Chamberlain *“Le Molé”* 1970 Dos vistas de la misma escultura en poliéster.

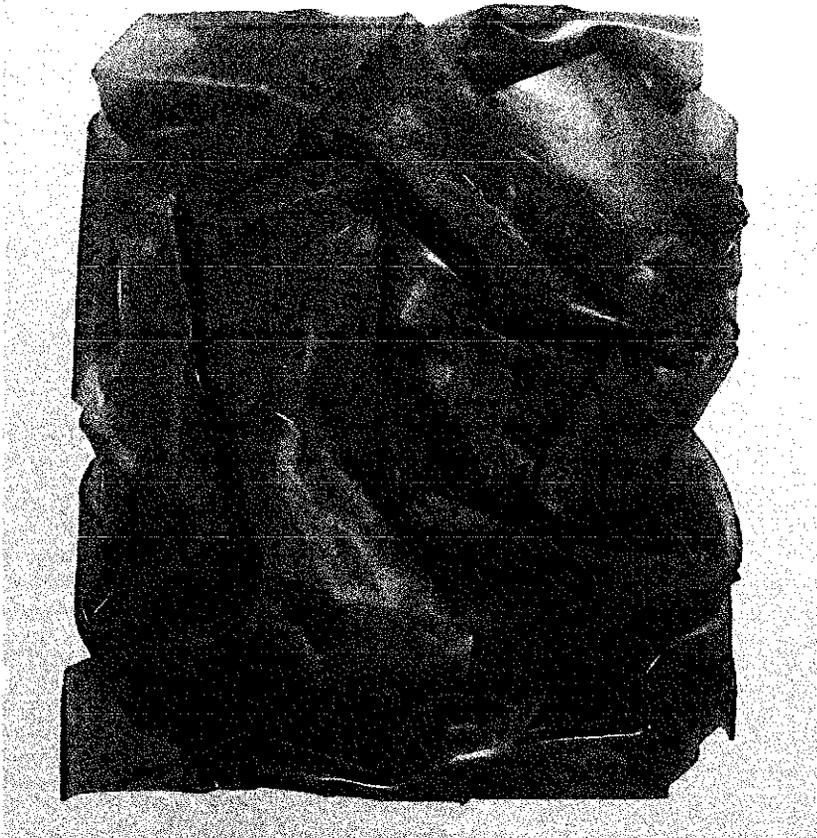


Imagen 28.-
“Compresión Plástica Mural”
de Cesar Baldacini 1971.

Esta obra producida con laminado de acrílico calentado y presionado a conformarse en un molde en forma de prisma rectangular.

También una opción producto del hecho de aprovechar las características particulares del material es la que dan los polímeros transparentes que produjeron la tendencia del arte lumínico y que a continuación se ilustran varios ejemplos:

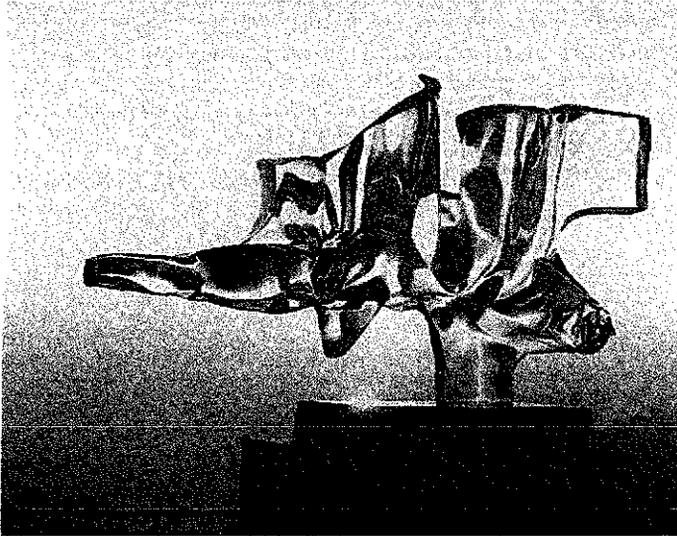


Imagen 29.-
"Killyboffin" vaciado en acrílico de Bruce Beasley 1968

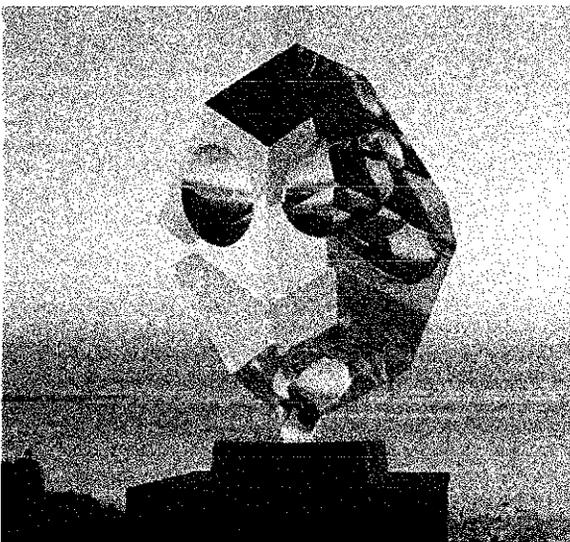


Imagen 30.- "Eclipse triclinico" vaciado en acrílico de Bruce Beasley 1971

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

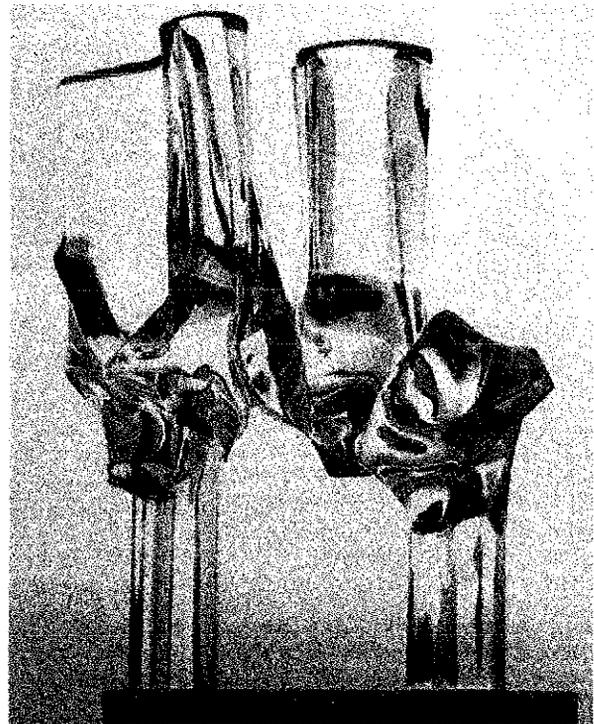


Imagen 31. "Strampler Lighthouse" vaciado en acrílico de Bruce Beasley 1967

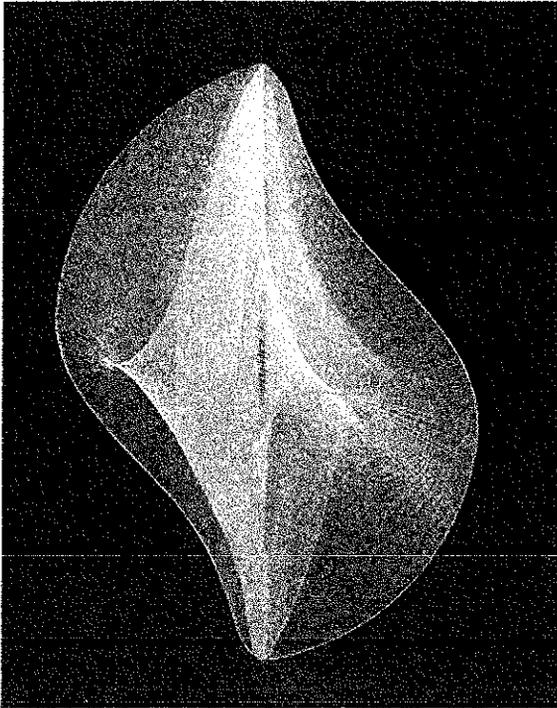


Imagen 32.- "*Construcción Lunar*" de Naum Gabo 1949. Lamina de acrílico calada sobre la cual se tejieron hilos de nylon pieza de arte lumínico que además de aprovechas las características de transparencia y difusión de la luz utiliza también la interferencia de patrones llamada efecto *muaré*.

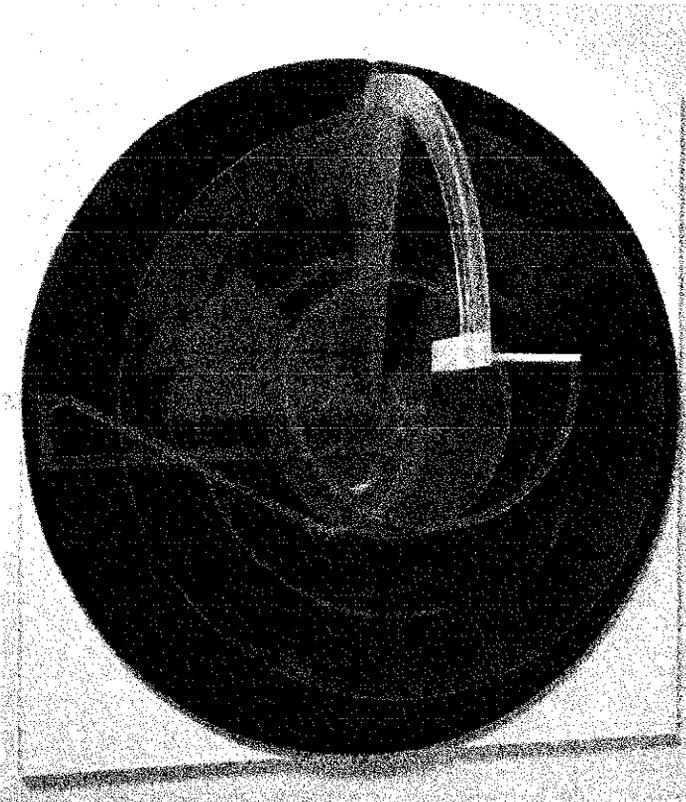


Imagen 34.- "*Relieve Circular*" de Naum Gabo 1949.

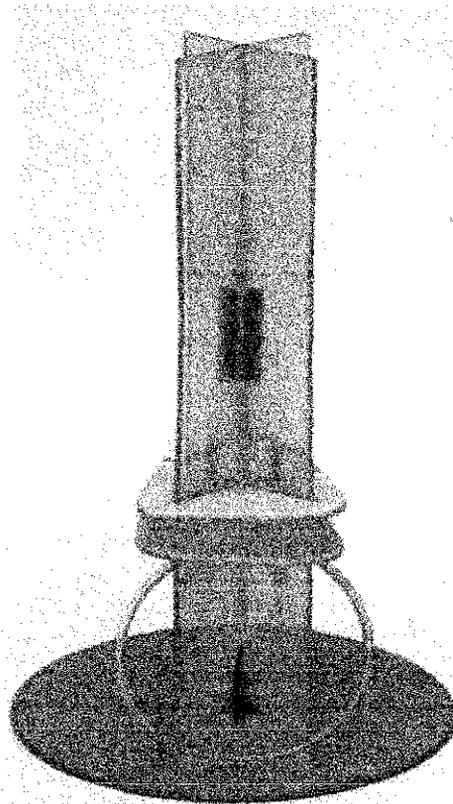


Imagen 33.- "*Modelo para Columna*" de Naum Gabo 1949. Elaborada en laminado de acrílico coloreado y madera.

Otro enfoque contrario a dejarse llevar por el material es el de lograr con un material específico la búsqueda de texturas o cualidades específicas y no características de la materia prima a partir de la cual se conforma la escultura.

Los polímeros son materiales excelentes en este sentido y con ellos puede imitarse otros materiales.



Imagen 35.- Retrato de Vicente Fox por Mariana Rincón 2001, elaborado en resina Poliéster con refuerzo de fibra de vidrio y carga de bronce. La base en imitación mármol se elaboró sobre un bloque de espuma de poliuretano y el veteado con acetato de polivinilo.



Imagen 36.- Laura y Leah de Roberto Goulart figuras en resina poliéster

reforzada con fibra de vidrio.

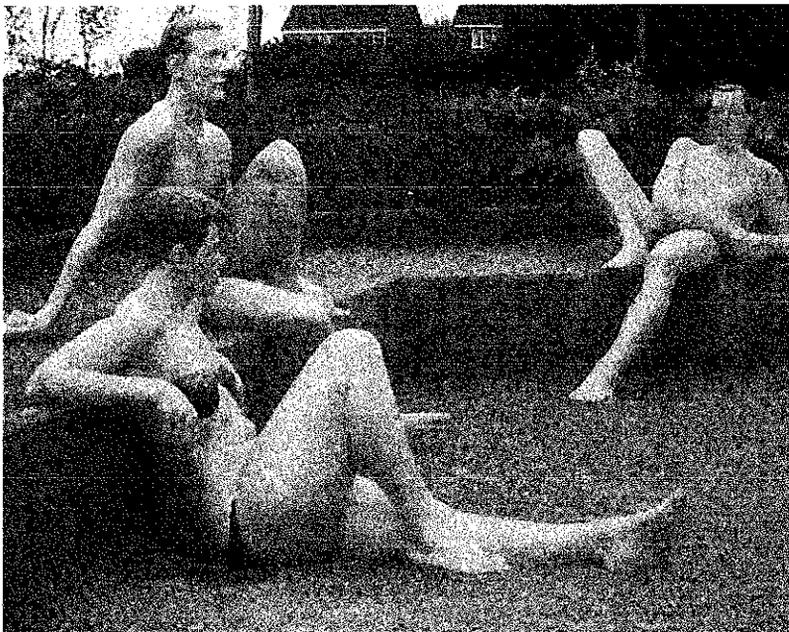


Imagen 37.- “Mirando al futuro” de John Buck, escultura emplazada en un espacio público, figuras modeladas en arcillas, luego vaciadas en resina sobre un núcleo de concreto armado.

Criterios y Métodos de evaluación de los polímeros:

Como otros muchos problemas complejos cabe en todo proceso metodológico la distinción de las diferentes categorías que se entremezclan en la valoración de los materiales para la obra artística.

Coincidiendo con la jerarquización que hace Juan Acha⁵ Para establecer las diferentes categorías podemos partir de tres diferentes perspectivas:

a) **Producción.** La relación entre el material y el escultor que se da en dos vertientes:

La relación entre el material y el escultor en su calidad de creador conceptual. De manera el material es coherente con el concepto a expresar.

La relación entre el material y el escultor en su calidad de transformador de la naturaleza a través de su trabajo. Las dificultades técnicas para dominar el material para lograr el efecto deseado.

b) **Distribución.** La relación entre el material de la obra ya terminada y su distribución o proceso de traslado del creador al que será su consumidor. Así mismo la manera en que la obra se transferirá a su lugar de exhibición definitiva, hablamos aquí de los problemas implicados en el proceso de llevar la obra al público. No es lo mismo una pieza para galerías que una obra para espacios públicos.

c) **Consumo.** La relación entre el material de la obra ya terminada y el consumidor o usuario de la obra plástica. El material indudablemente tiene gran influencia sobre el efecto artístico sobre el espectador.

Con estas consideraciones podremos afirmar que aunque el material para la obra escultórica tenga un rol definido en la globalidad del proceso escultórico, puede que ese rol tenga matices particulares en cada momento pues podemos apreciar de que se tratan de situaciones claramente diferentes.

En el siguiente punto mencionamos algunos valores que se vinculan al material haciendo énfasis en el panorama que presentan los polímeros.

Después de esta mención volveremos al tema de la metodología para manejar estas categorías.

3.1. Los valores en la relación escultor - material (los polímeros):

Si bien hemos mencionado las diferentes relaciones entre el material en las perspectivas de producción, distribución y consumo, podemos afirmar que el escultor en su método de trabajo puede preverlas todas y que no podríamos proponer que se lleve un orden particular al plantear el escultor los requisitos que deba o quiera cumplir en su trabajo⁶ (tal vez el ni siquiera desee o pretenda tal ordenamiento), sin embargo

⁵ Ref. Bibl. 1

⁶ Nos referimos a un orden de secuencia de eventos en el tiempo, así como alguna jerarquía de importancia.

enunciamos algunos a continuación en el orden que hemos antes mencionado de producción, distribución y consumo.

Hemos distinguido dos instancias en las que el escultor se vincula al material de su obra pues por un lado puede considerar al material como un elemento que le da significado a la obra artística y por otro como un medio con el cual se enfrentará con una técnica para obtener un efecto deseado.

3.1.1. La relación conceptual entre el material y el escultor.

Aspectos conceptuales y semióticos de la utilización de los polímeros.

En este punto nos referiremos en a la relación entre el material y el escultor en su calidad de creador conceptual. Es decir que en este momento el escultor evaluará el material por lo que significa en su obra o bien conoce el comportamiento de los materiales y se aprovecha de esto para lograr un efecto artístico específico.

La escultura tiene como manifestación artística una vinculación especial al tipo de material como ocurre con todas las artes visuales. Lo que ocurre en la escultura es que esta vinculación se da de una forma incluso mas acentuada incluso mas que con la misma pintura y otras artes visuales.

Pensemos las diferencias entre un óleo y una acuarela donde notaremos la diferenciación de los valores pictóricos claramente, sin embargo una pintura al óleo pueda tener muchos valores pictóricos indistinguibles de los que pueda tener un acrílico. En el caso de por ejemplo una escultura en mármol los valores escultóricos varían enormemente si la comparamos con una réplica en bronce. ¿Que es entonces lo que trasciende mas en cada obra? Responder esto nos llevaría a un largo análisis de los valores de la obra plástica que es necesario profundizar, por lo menos en aquellos aspectos que afectan a la utilización de los materiales.

En una análisis de los componentes que intervienen en la apreciación de una obra artística debe existir una jerarquización de que es lo trascendente en cada situación, pues la valorización artística es relativa a varias circunstancias, el instrumento para esta ponderación se puede dar desde una perspectiva metodológica y de esta manera tendrá el escultor un control de su proceso.

Es diferente apreciar una obra desde el punto de vista de su significado, a hacerlo desde la perspectiva de su trascendencia en la historia del arte o en la historia o su valor comercial por citar algunos ejemplo.

La carga semiótica del material tiene relación también con el aspecto del valor en el sentido amplio del término.⁷ Debemos anotar aquí que las tradicionales distinciones entre valor de uso y valor de cambio no son aplicables en el fenómeno escultórico en particular y pasa de similar manera en varias manifestaciones de las artes visuales. Mas

⁷ Por valor en su acepción general entendemos en este estudio el concepto sociológico del término, es decir que cualquier parámetro cualitativo que se busque como intención. Al mencionar la acepción tradicional restringimos el termino a los valores de uso y de cambio.

adelante mencionaremos el valor inherente del material vinculándolo como se verá al valor de cambio o valor comercial sin embargo podemos distinguir dos instancias mas donde el material de la escultura se valora en perspectivas distintas y estas son; **valor conceptual del material** y el **valor tradicional del material**. Por valor conceptual del material entenderemos el conjunto de significados que por razones de contexto histórico, cultural y social tiene el material es decir que el escultor al elegir tal material pretende dotar a la obra de particulares significados, por ejemplo un escultor que utilice plásticos para vincular su obra a la modernidad industrial. Por valor tradicional del material entenderemos que el material de una obra se puede vincularse a una tradición artística y artesanal de determinado grupo humano, aquí mencionaremos el ejemplo del escultor que utilice el barro solidarizándose a la tradición de las culturas meso americanas. En el fondo esto sería parte de también una serie de consideraciones conceptuales aunque con un claro matiz diferente pues el material se hace valioso por la tradición en primera instancia y por el significado de esta tradición en consecuencia.

Un factor importante ligado al valor del material y que tiene implicaciones también de índole conceptual es la **perdurabilidad** de la obra, dado que un material que dure siglos sin deterioro tendrá mayor valor que uno que se vaya degradando con el tiempo, aunque éste desde luego que esto se puede vincular también a aspectos de comercialización aquí nos referimos al juego de interacciones entre el escultor y el material en este momento nos referiremos mas a el anhelo de **trascendencia** del escultor, es decir el saber que la obra artística sobrevivirá a la propia existencia del productor.

Un material perdurable transmite sensaciones de inalterabilidad en el tiempo, solidez, estabilidad. El caso particular de los polímeros es su versatilidad al imitar otros materiales la que logra hacer un juego entre apariencia y realidad. Aunque los polímeros modernos compiten en muchas propiedades físicas incluso igualando o superando los materiales mas resistentes, su apariencia propia sin pátinas, acabados o cargas ya se ha mencionado el problema de la fama de los polímeros pues su apariencia aun se relaciona con los productos industriales, ligeros y desechables. Por tanto el escultor se ve obligado en casos como estos a la imitación de otros materiales. El caso de la utilización de cargas en suspensión es una imitación menos forzada ya que por lo general el propósito inicial de añadir cargas es incrementar la resistencia de la mezcla o dar mayor facilidad de manejo y la apariencia resultante es consecuencia. Hablamos aquí de infinidad de posibilidades de texturas y colores donde el resultado puede no parecerse a ningún material en específico que se haya pretendido imitar.

Ligado a esto conceptos no podemos dejar de mencionar el **peso** del material pues una escultura pesada tendrá una asimilación conceptual particular. El peso de la escultura tendrá además de las implicaciones practicas de transporte de la escultura (efectos de podríamos incluir mas bien en el siguiente punto), un significado que tal vez influya en la comercialización de la obra. Por injustificado que pueda parecer muchos compradores de arte preferirán adquirir una escultura pesada por razones semióticas y de prestigio.

3.1.2. La relación técnica entre el material y el escultor .

Aquí trataremos los aspectos particulares de los polímeros en general en cuanto a su comportamiento como materia para la escultura.

Ventajas y desventajas prácticas del trabajo escultórico con polímeros. Plasticidad, Durabilidad y resistencia a las condiciones ambientales.

Nos referiremos entonces a la relación entre el material y el escultor en su calidad de transformador de la naturaleza a través de su trabajo, es decir que el escultor ve aquí al material como un medio que debe dominar para poder expresar algo con sus particulares ventajas y dificultades.

Pensando en la valorización de la obra por realizar el escultor se plantea siempre como parte de su proceso creativo la disyuntiva de escoger el material en que se realizará la escultura. Esta elección va ligada a la idea inicial o tema de la obra y muy vinculado a esto lo que se puede hacer con el material y lo que no. De esta manera lo técnico y lo conceptual entran en un juego que en las fases iniciales del proyecto escultórico el creador debe resolverse atinadamente para poder avanzar.

Que el artista escoja entre algún material u otro puede depender de la **disponibilidad** del material, entre otros factores. Un material es disponible al escultor no solo por su acceso o facilidad de obtención comercial, sino además por la posibilidad de dominio de sus técnicas y herramientas. Debe por tanto tener a su alcance el adquirir el material, pero requiere así mismo conocer la técnica para su transformación y las herramientas para hacerlo.

Hablaremos a continuación del caso particular de los polímeros. Podemos decir que existen un conjunto de características del material que hacen que su utilización sea viable o práctica o no lo sea, sin ser un término de uso común podríamos llamarle a este conjunto de cualidades **practicidad**, es decir que se trata del conglomerado de características prácticas de trabajo que son de gran importancia en la elección del material para la escultura. En el caso de los polímeros podemos mencionar algunos como la facilidad y velocidad de gelado, la estabilidad dimensional, cualidad de no desprender olores indeseados, riesgo de toxicidad durante su manejo, etc. Todos ellos son variables que pueden hacer pensar que, dentro los plásticos como opción general o comparando unos plásticos con otros pueden resultar al proyecto escultóricos factores prácticos o no. De esto debe estar percatado el escultor por lo que detallamos mas a continuación.

Facilidad y velocidad de gelado. Nos referimos a los polímeros que sufren una transformación del estado líquido o gel al estado sólido mediante la intervención de un agente que desencadena una reacción química. Todos los plásticos gelables en teoría tendrán una conversión al estado sólido, pero en la práctica las condiciones ambientales influyen mucho haciendo que en ocasiones este proceso se retarde o incluso no se complete perfectamente. El escultor debe estar percatado de estas condiciones y también de las propiedades específicas de cada producto comercial para no tener problemas.

Estabilidad dimensional. Los polímeros gelables tienen la particularidad de que sufren contracción durante la reacción química de endurecimiento esto hace que pueda según la forma de la pieza escultórica o el molde en plástico que bien se sufra un encogimiento donde las dimensiones se reduzcan uniformemente o de forma desigual produciendo deformaciones, alabeos o incluso fracturas y agrietamientos. Las cargas reducen este efecto como se trata en el punto 6.1.7.

Cualidad de no desprender olores indeseados. Esta es una característica que le ha dado una fama negativa a los plásticos y como en el caso de los puntos anteriormente mencionados es provocada generalmente por una mala formulación, por fallas en el proceso de realización o desconocimiento de la trascendencia de las condiciones ambientales en el proceso (humedad y temperatura). En el caso particular de los olores casi siempre se debe al exceso de catalizadores en la fórmula de preparación. Algunos escultores se impresionan por este hecho y tienden a descartar a los polímeros, sin embargo generalmente este factor puede evitarse.

Desde luego para efectos también prácticos el escultor prefiere tal o cual material por la **plasticidad**⁶ del mismo es decir que no de todos los materiales se puede obtener lo deseado, algunos se dejan manejar mejor que otros y estos factores van a lo más específico de cada material, hay barro más plástico que otros con los que se puede obtener mayor detalle al modelarlos otros en contrapartida son más convenientes para texturas, etc., hay tipos de maderas que se tallan con mayor facilidad por su dureza o por el sentido y propiedades de su veta y grano. Algo similar se podría decir de la piedra y de todos los materiales disponibles para la escultura.

Nos detendremos en este aspecto de la plasticidad más adelante al mencionar materiales plásticos que pueden modelarse como la plastilina epóxica, los barro de polímeros y las pastas de resina poliéster.

Volviendo por un momento a la línea de pensamiento de los materiales en general tendríamos que mencionar factores vinculados a la plasticidad como; la facilidad de manipulación durante el trabajo por cuanto a su peso, la dureza del material vinculándola al tipo de herramienta para trabajar (por ejemplo que algunas piedras como el granito requieren de herramientas tratadas con polvo de diamante o aceros especiales, etc.), vinculado a esto la posibilidad de ser maquinado, aunque ese maquinado incluya no solo el proceso de desbastado sino otros como el doblado, etc., la posibilidad de recibir los acabados, etc.

Si en el párrafo anterior hablamos del material durante su elaboración (modelado, talla, etc.) deben mencionarse también desde luego los factores del material de la obra terminada, es decir la relación entre el material de la obra ya terminada y su distribución o proceso de traslado del creador al que será su consumidor, es decir nos referiremos a la trascendencia del material en la comercialización de la obra. Hemos citado ya el aspecto principal de este apartado al referirnos al valor inherente del material considerando que en muchas ocasiones el

⁶ El término puede tener también la acepción de plástico en el sentido de expresividad y armonía así por ejemplo algunos movimientos de la danza pueden tener también plasticidad.

escultor es condicionado también al escoger el material de su obra por factores que puedan afectar la comercialización posterior de la misma esta entre estos desde luego el **valor inherente del material**, es decir que tendrá mayores posibilidades de venderse la misma forma escultórica en un material apreciado o valioso comercialmente que en uno barato.

Estos valores desde luego tienen efecto en momentos posteriores teniendo como ya se mencionó probablemente matices diferentes, es decir que puede que el escultor no valore mucho el valor de cambio del material y si el valor conceptual o tradicional.

Independientemente de los restantes valores artísticos y estéticos de la obra la misma pieza escultórica tendrá un valor comercial diferente si esta hecha en oro, plata o bronce para citar solo 3 materiales en este caso metálicos.

Los plásticos poseen una identidad especialmente particular. Nos referimos a la **calidad superficial**, es decir a las características perceptibles por los sentidos de la superficie de la obra. No nos importaría en este sentido la dureza superficial u otras propiedades físicas sino mas bien lo perceptible de la superficie y por tanto podríamos aun analizar esta categoría según percibamos la superficie de la obra, por los ojos o por el tacto.

La calidad superficial se ha considerado tradicionalmente asociado al término "textura" y algunos autores incluso la sub clasifican en **textura visual** y **textura táctil**, sin embargo el término de calidad superficial tal vez defina mas ampliamente la situación que se presenta en cuanto a la superficie del material. El conjunto de cualidades superficiales se ha dado en llamar cualidades hápticas en textos especializados.

Aquellos aspectos de la calidad superficial que se perciben por el tacto se dan de una manera muy directa, así tendríamos una textura lisa o rugosa si pensamos en el grado de pulimento del material, si la definimos como tersa o áspera matizamos dentro del misma continuidad matérica pero con asociaciones sutilmente diferentes tal vez vinculándola a materiales mas orgánicos. Podemos también mencionar que una textura o calidad superficial es dura o blanda, desde luego nos referimos aquí a la dureza del material en los límites donde nuestros sentidos puedan diferenciar pues no tendría sentido hacerlo desde la perspectiva física y mencionar por ejemplo la escala Brinel⁹ o la escala de dureza de los minerales y gemas. Los plásticos comprenden en este sentido tal vez la única opción donde se puede optar desde la suavidad del hule espume a la dureza del poliéster con cargas de cuarzo.

Se habla también de la temperatura del material, por ejemplo muchos prefieren la madera frente a los metales por considerarla un material mas cálido, textura y color son cualidades de los materiales que intervienen en la elección del escultor.

⁹ Escala de medición de la dureza de los materiales basado en el diámetro de la huella que deja un punzón en la superficie, a mayor dureza del material menor penetración del punzón y diámetro de la huella.

Podemos evaluar la textura del material por cuanto a su temperatura así tenemos los materiales fríos y los cálidos. En el amplio rango que va desde la frialdad de los metales a la calidez de la madera, los polímeros se mueven en un reducido rango hacia los materiales cálidos. Así mismo la textura puede tener otras connotaciones como la suavidad o rigidez (pensando por ejemplo en comparar el hule espuma contra alguna resina sólida) o todas las implicaciones vinculadas a materiales de texturas agresivas o lo contrario.

Desde la perspectiva de la percepción visual, las texturas en un primer nivel perceptual una textura puede ser **mate** o **brillante** y hay quienes encuentran matices de lo semimate o semibrillante.

Con los materiales tradicionales las posibilidades de jugar con la textura se limitan al grado de pulimento de la misma o a los acabados que puedan añadirse, encerados, barnizados, pinturas, etc. Con los polímeros se parte de que su textura inherente por las característica de su proceso (muchas veces reforzado con fibras y con añadidos como cargas, etc.) no se manifiestan con una identidad propia definida. Aunque para la mayoría de la gente los plásticos se asocian a los productos industriales.

Como se ha mencionado antes los plásticos son en realidad un conjunto de materiales muy diversos y aunque dentro de esa enorme variedad existente aquellos que puede trabajar el escultor el conjunto se reduce, no podríamos hablar de características genéricas.

3.2. Los valores en la relación entre el material de la obra ya terminada y su distribución. Aspectos Vinculados a la comercialización de la obra escultórica en plástico. Valor inherente, valor conceptual, valor tradicional.

Como se ha mencionado antes el escultor que opta por los polímeros como materiales fundamentales de su obra se verá ante la problemática de su aceptación en el campo comercial, sin embargo como se ha dicho, los polímeros en su calidad de materiales representativos de nuestra época tiene en esa representatividad la posibilidad de contener intensos contenidos.

Aunque con los polímeros se pueda imitar casi cualquier otro material, tal vez la opción mas adecuada para fortificar el lugar conceptual de los polímeros en las artes plásticas, sería la de lograr texturas innovadoras sin referente a lo existente.

De hecho esta especulación y experimentación con las cualidades exteriores de los materiales se ha estado haciendo a últimas fechas con un fenómeno con cierto paralelismo a la escultura que es la generación de modelos virtuales por computadora.

Los programas de diseño tridimensional son capaces de brindar al artista o diseñador un control sobre el grado de transparencia y reflexión de los materiales, el color y el grado de dispersión de la luz en los objetos (haciéndolos parecer mas duros o suaves, opacos o brillantes), patrones de color que a través de algoritmos o fractales

hacen que sobre la superficie de estos objetos se manifiesten patrones formales muy diversos. Así mismo estos patrones se pueden manifestar como rugosidades u oquedades que dan a los objetos así generados apariencias muy particulares formas características de nuestros tiempos.

Si el escultor piensa ser coherente con estas manifestaciones, los polímeros son sin duda la única opción en esta especulación formal.

3.3. La relación entre el material de la obra ya terminada y su consumo.

El consumidor de la obra escultórica desde luego es quien disfruta de muchos de los aspectos ya mencionados en los dos puntos anteriores. La gran mayoría de los aspectos de relativos a la psicología de la forma y a los aspectos estéticos (proporción, simetría, relación espacio-forma, el color y la textura de los materiales). En gran medida el creador ha previsto estos aspectos bajo su interpretación personal.

Para el caso de los polímeros una es la interpretación que tenga el autor de estos materiales y otra muy diferente la que pueda tener el consumidor de la obra. De hecho no existe un tipo único de posibles consumidores de la obra escultórica.

Posibles consumidores de la escultura en polímeros. De manera similar a lo que sucede con otros materiales se pueden presentar las siguientes opciones:

El consumidor de una obra pública aprecia una propuesta arquitectónica desde una perspectiva especial. Generalmente el caso de obras públicas implican un intermediario estatal que aprueba el proyecto y así mismo es en estos casos donde el proyecto escultórico tiene especial trascendencia a diferencia de otras vías de consumo. De esta manera el proyecto escultórico debe plantearse tomando en consideración los aspectos de trascendencia de los materiales y su significado en la propuesta formal. No es posible dar por hecho que los polímeros tengan una connotación negativa, Independientemente de que se destaquen los aspectos técnicos de los polímeros (durabilidad, resistencia, diversidad de texturas, etc.) se pueden introducir aspectos que vinculen estos materiales a los sectores de la población que serán los consumidores reales. De esta manera se puede proponer por ejemplo integrar a parte de la población en el proceso de producción, hacer un análisis de los procesos tradicionales de producción e integrarlos, etc.

Cabe desde luego la posibilidad de que la obra pública sea promovida por la población misma (asociaciones de colonos, organizaciones no gubernamentales, grupos ecologistas, etc.).

El consumidor de obra institucional. Aquí nos referimos a cuando una institución (universidades, bancos, institutos de investigación, etc.) adquieren obra escultórica con propósitos de integrarlas a su acervo y/o asignarles un programa de exposiciones itinerantes. En la mayoría de los casos las instituciones adquieren obras basándose casi de manera exclusiva en el prestigio del autor y ven estas adquisiciones como un medio de inversión de capital. No queda desde luego exenta la posibilidad de que en este caso

así como en el anterior sea el escultor el que como parte de su promoción profesional, proponga proyectos específicos de acuerdo a las instancias gubernamentales, de asociaciones privadas, etc.

Finalmente estaría el consumidor particular que adquiere la pieza escultórica y que lo hace generalmente a través de una galería como interventora. Este es tal vez el caso mas difícil para el trabajo escultórico con polímeros pues es en este escenario donde la preferencia por los materiales tradicionales se hace mas marcada. Así mismo es aquí muy patente la preferencia que se da a los artistas con un nombre reconocido.

A pesar de todas estas desventajas debe siempre reconocerse la vocación de los verdaderos aficionados al arte que se mantienen actualizados y sin prejuicios con respecto a las adquisición o consumo de piezas por su contenido artístico.

Como se menciona en el primer capítulo el escultor tiene también innumerables recursos para conferir significados trascendentes a su obra con el uso de materiales representativos de nuestra realidad.

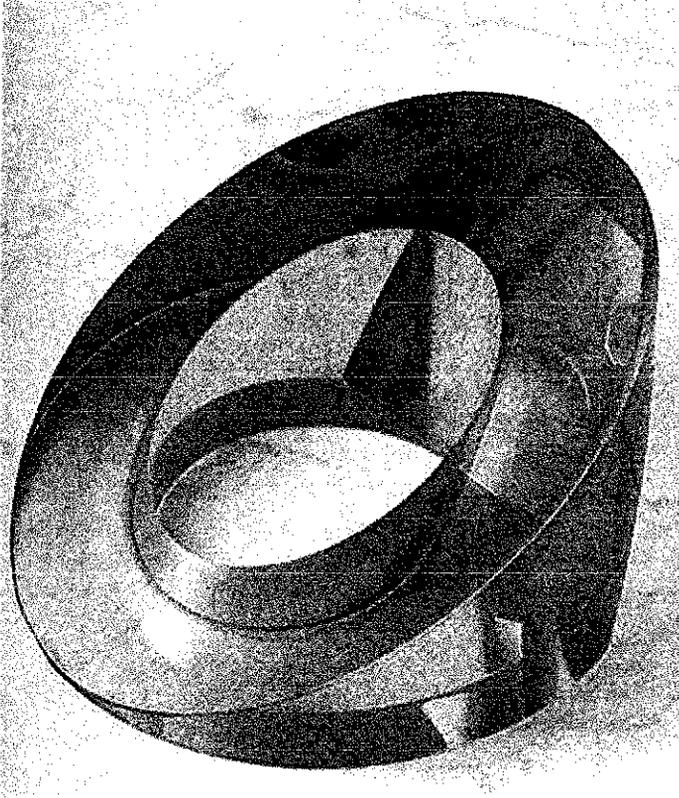


Imagen 38.-“Amarna” de Fred Eversley. 1985, Vaciado en poliéster, 50cm” diámetro x 15 cm.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 4.- Clasificación de los Polímeros.

"Perseverancia" Bronce de
Alberto Cervantes Baqué,
1995.



“Los Polímeros en la Escultura”

Tesis de Maestría.

UNAM - ENAP - Academia de San Carlos.

Alberto Cervantes Baqué

4. Clasificación de los Polímeros.

Diversos criterios pueden aplicarse para clasificar los polímeros. Tal vez el primer criterio a considerar sea el de su constitución química. Aun dentro de este criterio existen diferentes perspectivas.

En un estudio completo no puede omitirse una clasificación completa, sin embargo muchos de los compuestos mencionados en este capítulo no tienen aplicación al campo de la escultura.

A continuación mencionamos una opción de clasificar los polímeros, sin embargo se mencionan brevemente solo como referencia a aquellos escultores que deseen adentrarse en los aspectos químicos y físicos de estos materiales.

4.1. Por su origen o procedencia:

Polímeros Naturales

Polímeros Sintéticos

4.2. Por la complejidad de su estructura molecular:

Homopolímeros

Copolímeros

Terpolímeros

Tetrapolímeros

Pentapolímeros

Multipolímeros, etc. etc.

4.3. Por la configuración de sus cadenas moleculares:

Atácticos

Isotácticos

Sindiodácticos

4.4. Por el proceso de su formación:

Por adición

Por condensación

Por adición no radical

4.5. Por su comportamiento al calor:

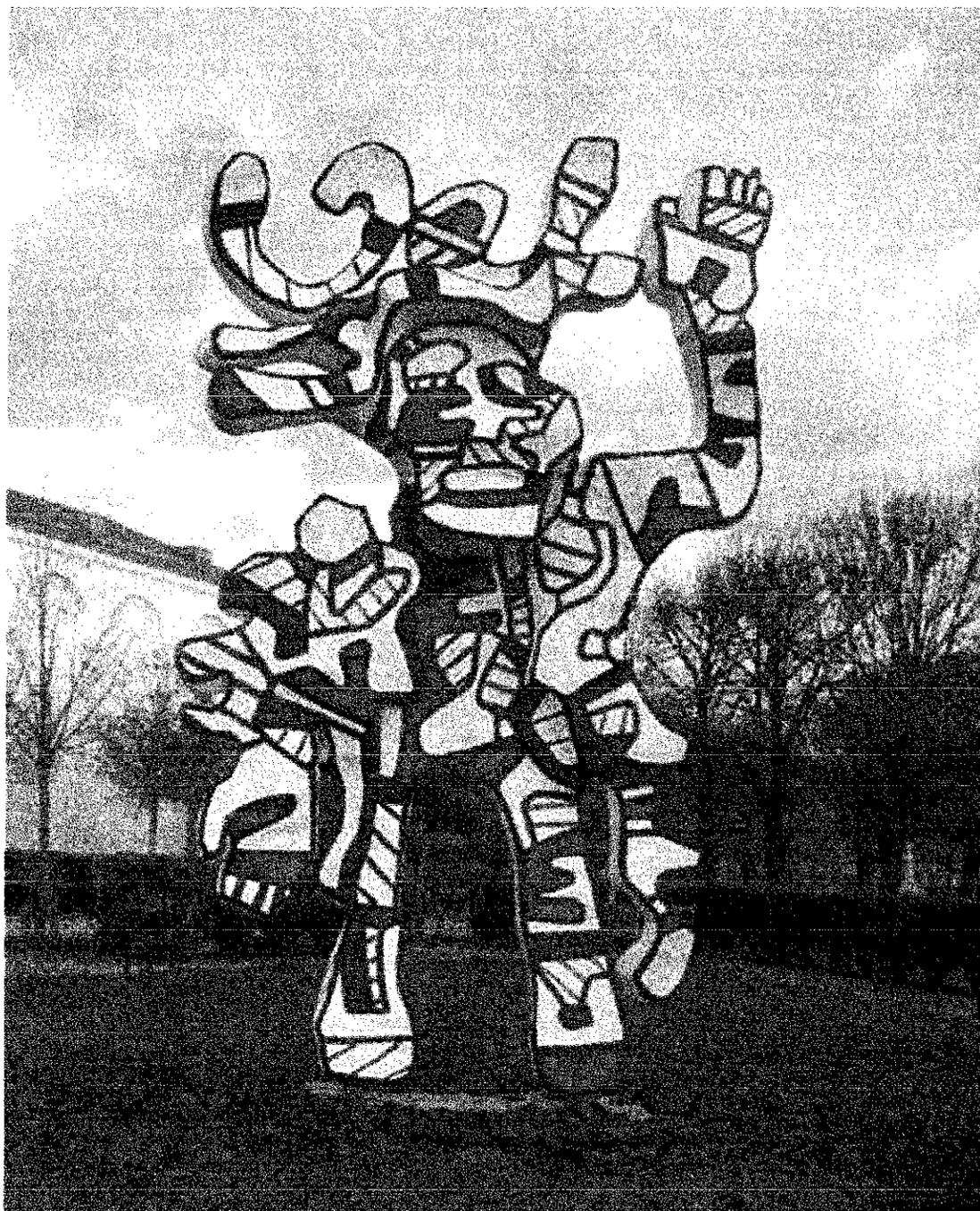
Termoplásticos.

Termoestables o termofijos.

Este último criterio es tal vez el mas utilizado.

Los termoplásticos que son plásticos que una vez constituidos pueden disolverse, fundirse o volverse a conformar de nuevo sin perder sus características físicas. Los termoplásticos se subdividen en los de comportamiento elastomérico y los de comportamiento no elastomérico

Por otro lado los termofijos son plásticos que una vez procesados no pueden volver a conformarse o reciclarse. Esta clasificación que tiene importantes implicaciones químicas no tiene gran trascendencia desde el punto de vista de las artes plásticas pues esa posibilidad de reconfiguración o reciclado no es posible realizarla en la mayoría de los casos de manera práctica.



“Bel Costumé de Jean Dubuffer concreto revestido de resina poliéster con refuerzo de fibra de vidrio.

Los termoplásticos se subdividen en:
Resinas y hules (tanto naturales como sintéticos).

Muchos plásticos actualmente se producen a partir de derivados del petróleo y la ciencia y la industria esta en constante búsqueda y experimentación de nuevos productos que se aplican en la industria de la construcción, la medicina.

Sin entrar en detalle a cerca de las características químicas de los dos grandes grupos de plásticos a continuación incluimos una tabla de los grupos principales polímeros y las siglas que comercialmente los distinguen:

Termoplasticos:

Acetálicos

Polioximetilénicas (POM)

Acrílicos

Polimetilmetacrilato (PMMA)

Polimetacrilatos

Poliacrilatos

Polímeros de Acrilonitrilo

Acrilonitrilo Metilmetacrilato (AMMA)

Celulósicos

Acetato de Celulosa (CA)

Propionato de Celulosa (CP)

Propionato Acetato de Celulosa (CAP)

Butirato Acetato de Celulosa (CAB)

Ethilcelulosa (EC)

Fluorocarbonos

Politetrafluoroetileno (Teflon) (PTFE)

Etileno Propileno Fluorinado (FEP)

Policloro-Trifloro-Etileno (PCTFE)

Poliamidas

Nylon

Policarbonatos

Lexan, Merlon (PC)

Policloroéter

Penton

Polioletinas

Polietileno de baja densidad (ramificado) (LDPE)

Polietileno de alta densidad (lineal) (HDPE)

Polietileno de media densidad (MDPE)

Polipropileno (PPO)

Polioxido de fenileno

Poliestirenos

- Resina de uso general (PS)
- Resina Cristal
- Poliestireno De Alto Impacto
- Poliestireno Expandible
- Copolímero de Estireno Acrilonitrilo
- Copolímero de Butadieno-Estireno (Resina K)
- Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS)

Vinílicos

- Cloruro de Polivinilo (PVC)
- Copolímero de Etilen-vinil-acetato
- Polivinil Acetato (PVAL)
- Polivinilbutiral (PBV)
- Alcohol de Polivinilo (PVAL)
- Copolímero de cloruro de vinilo y de acetato de vinilo (PVCA)
- Polivinilideno Flourado (PVDF)
- Polivinilflourado (PVF)
- Polivinil Formal (PVFO)

Poliéster Termoplásticos

- Polietilenterettalato (PET)
- Polibuttilentereftalato (PBT)

Elastómeros

- Caucho natural (Látex) (NR)
- Caucho Isopropeno (caucho natural y sintético) (IR)
- Caucho Butadieno (BR)
- Caucho Butilo (IIR)
- Butilo modificado (caucho-bromo-butilo)
- Butilo modificado (caucho-cloro-butilo)
- Caucho de butadieno-estireno (SBR)
- Caucho de etileno-propileno (EPM)
- Caucho ETP (EPDM)
- Caucho cloropreno (Neopreno) (CR)
- Caucho acrílico (ACM)
- Caucho Poliacrílico (ANM)
- Caucho Butadieno-acrilonitrilo (NBR)
- Caucho de Silicona (MQ), (VMQ), (PVMQ).
- Caucho Polisulfuro (Thiokol)
- Caucho Carbofluorado (Fluoelestómero) (FMK)
- Caucho carboxílico (NBR).
- Caucho de Epicloridrina (CO).
- Hypalon (CM)
- Polietileno clorado (CPE)
- Elastómeros de Poliuretanos (AU), (EU),.

4.6. Clasificación por su presentación comercial y trabajo escultórico

Las diferentes perspectivas de clasificación arriba descritas evidencian un complejo panorama para clasificar los polímeros desde la perspectiva química y no es propósito de este estudio el entrar en detalles sobre aspectos de específicos de la química o las tecnologías productivas.

Para efectos prácticos en el trabajo escultórico planteamos a continuación una clasificación de los polímeros basado en las formas de presentación comercial y modo de trabajo escultórico.

- 4.6.1. Resinas Vertibles y Gelables para vaciados.
- 4.6.2. Resinas catalizables por acción de láser controlados por computadora.
- 4.6.3. Elastómeros. Polímeros elásticos o hules para moldes y originales flexibles.
- 4.6.4. Resinas espumables y Espumados preparados.
- 4.6.5. Fibras textiles.
- 4.6.6. Elementos prefabricados.
 - 4.6.6.1. Conectores prefabricados (conectores tubulares, tornillos, remaches y elementos prefabricados diversos).
 - 4.6.6.2. Perfiles y molduras extruídos.
 - 4.6.6.3. Laminados maquinables y termo formables y folios
- 4.6.7. Pinturas, barnices y Recubrimientos texturizados.
- 4.6.8. Adhesivos.

Todas estas categorías se tratan en este estudio en diversos capítulos en el orden del tipo de trabajo de que son sujetos.

Descripción de aspectos químicos de los polímeros utilizables en la escultura

A continuación describiremos solo los compuestos actualmente utilizables en la escultura. Si consideramos las características de todos los polímeros desde luego los productos incluidos serían muchos mas, sin embargo por disponibilidad comercial y posibilidad práctica de preparación, las alternativas se reducen. Muy posiblemente en el futuro y de acuerdo a los desarrollos tecnológicos mas productos plásticos serían añadidos a esta lista. Utilizaremos en ocasiones términos químicos solo pensando en aquellos escultores que pretendan realizar una investigación mas profunda a cerca de los materiales mencionados, sin embargo el conocimiento químico de estos compuestos carece de trascendencia al artista, son mas bien los aspectos prácticos que se mencionan en otros capítulos de este estudio y serán los trascendentes a nuestro propósito.

En capítulos posteriores se tratará las técnicas para la utilización de estos compuestos

Los acrílicos:

Introducidos al mercado desde 1930. Es aún más transparente que el vidrio transmitiendo el 92% de la luz. Las resinas acrílicas guardan estrecha relación con las vinílicas y con los hidrocarburos, tales como el poliestireno, polibutileno, etc.

Son productos termoplásticos, notables por su elevada transparencia y excelente claridad, que les hace comparables al cristal. Sin olor ni sabor, de tacto muy agradable, posee las siguientes propiedades:

Buen aislante eléctrico, térmico y acústico. - Excelente estabilidad dimensional.

Muy tenaz, a pesar de su ligereza.

Resistente a las condiciones ambientales.

Inalterable a la luz, aun soportando condiciones extremas debidas a una exposición prolongada a la intemperie.

Elevada resistencia al envejecimiento.

Alto punto de reblandecimiento. Aunque se le da forma por el calor, algunas composiciones resisten el agua hirviendo, mientras que otras incluso pueden admitir hasta los 400° C.

A bajas temperaturas suelen ser materiales frágiles.

Pueden moldearse por inyección y compresión.

Se descomponen por el calor y se queman con lentitud, sin producirse gases tóxicos.

Su mayor inconveniente es que fácilmente se puede raspar y que varias sustancias lo atacan incluyendo algunos agentes de limpieza, gasolina y acetona.

El principal componente acrílico es el metacrilato de metilo o polimetacrilato de metilo (P.M.M.), conocido en el mercado con el nombre comercial con el que se divulgó primeramente: plexiglas, vidrio sintético o como originalmente fue llamado, vidrio orgánico.

El acrílico no moldeado es isotrópico. Su densidad es prácticamente un tercio de la del vidrio y diez veces menos frágil. Es un material rígido, pero a temperatura adecuada se comporta como una fina lámina de caucho siendo por tanto termoformable.

El metacrilato de metilo se presenta en el mercado en forma de laminados, barras y bloques, así como en polvos para moldeo.

Los laminados endurecidos y preparados especialmente para su aplicación en la construcción y decoración, se fabrican en distintos espesores y tamaños para sustituir al vidrio, en variantes transparentes, translúcidas, opalinas y opacas, y con una amplia gama de colores, que van desde el transparente incoloro al humo pardo.

Estas placas son estables ante ataques de ácidos diluidos (acético, nítrico, cítrico, láctico, clorhídrico, sulfúrico, tartárico, etc.), álcalis (hidrato amónico, potasa cáustica, sosa cáustica), disolventes (alcohol, gasolina, aceite de trementina) y aceites minerales y vegetales. Son inestables a la presencia de éter, benzol, hidrocarburos clorados, ésteres, cetonas y piridina.

El acrílico puede conformarse con el calor, encolarse con ayuda de cloroformo o adhesivo especial y ser pulido con la ayuda de abrasivos finos, para pulirse con un abrillantador, sin embargo tiene el inconveniente de su superficie la cual es fácilmente rayable. Puede ser taladrado y cortado a sierra.

El acrílico ofrece además la ventaja de resistir mejor los impactos y en caso de producirse rotura, lo cual es difícil que ocurra, no ofrecen peligro por no formar agudas astillas y cantos menos afilados que puedan cortar al usuario.

La escultura basada en el juego de iluminación y las escenografía constituyen campos en donde el metacrilato encuentra buenas posibilidades de aplicación.

Y por último, mencionaremos que las resinas de la familia que estamos describiendo a grandes rasgos, presentadas en emulsión, son la base de un grupo de pinturas esmalte, cuyo disolvente es el agua, que se usan como revestimiento decorativo de superficies, así como en su versión más cuidada, para sustituir a los tubos de pintura al óleo en tareas artísticas: murales, cuadros, etcétera. Hablamos pues de las pinturas y lacas acrílicas excelentes opciones para acabados escultóricos.

Para terminar, citaremos otros derivados acrílicos interesantes. Son el poli acrilato de metilo, producto blando semejante a la goma, y el cloroacrilato de metilo.

Acetato de Celulosa

Desarrollado en 1927 de manera conjunta por Corporación Celanese y la Compañía Celluloid, actualmente se le encuentra en forma de delgadas laminas de notoria dureza. El material de soporte de todo material filmico fotográfico.¹⁰ No es factible de ser termoformado.

Nitrato de Celulosa.

Uno de los primeros materiales plásticos, el nitrato de celulosa, piroxilina o - como es mejor conocido - celuloide fue descubierto en 1868 por John Wesley Hyatt. Se usó extensivamente en la décadas de los 20's y 30's para los cuellos de las camisas, para collares, juguetes, dientes postizos y bolas de billar, con

Poliestireno expandido

Tal es la denominación técnica de la materia prima conocida con el nombre comercial de perlas Styropor, registrado por la firma alemana BASF, quien las suministra en bruto a diversas empresas de transformación para que, mediante patentes propias que facilita igualmente la BASF, puedan ser amalgamadas para obtener de ellas un producto de espuma dura y muy ligero usado para planchas, bloques, cintas, láminas y cuerpos moldeados que en México llevan el nombre comercial de Unicel.

¹⁰ Ref.Bibl. 28 Pag 134

Las perlas de Unicel se obtienen por polimerización del estireno, tratado en agua y mediante la colaboración de un agente de expansión. El resultado es un material en forma de pequeñas esferitas de diferentes diámetros, de color blanco, y con un peso volumétrico muy bajo que determine el del producto final.

La materia prima sufre en su etapa de transformación un período de expansión previa, por medio del color, y el de la expansión propiamente dicha, que tiene lugar ya dentro del molde y en el que actúa también el color para formar el producto final, que es una espuma rígida.

Básicamente, la espuma rígida de poliestireno se logra por el desprendimiento de gases en el transcurso del endurecimiento, que mantienen las perlas ligeras, en forma de perlas o burbujas como celdillas llenas de aire, unidas entre sí como consecuencia de la expansión dentro del molde, pero independientes, es decir, no están intercomunicadas.

El material contiene, por ello, hasta un 98 % de su volumen ocupado por gas. En consecuencia, es sumamente liviano, ya que tiene solamente una décima parte de la densidad del corcho o de la madera de balsa. Para comprender esta característica bastará con saber que un metro cúbico de poliestireno expandido contiene de 3 a 6 millones de celdillas cerradas llenas de aire y perfectamente estancas.

A continuación se citan las principales cualidades de la espuma rígida de Styropor:

Prácticamente no absorben humedad del aire y su absorción en presencia del agua es casi nula, por carecer de capilaridad.

Tiene un bajo coeficiente de conductividad térmica.

Presenta una elevada resistencia mecánica.

No envejece al paso del tiempo.

No es atacable por álcalis ni ácidos comunes.

Resistencia a hongos, parásitos y bacterias de putrefacción.

Difícil inflamabilidad. Es un material auto-extinguible.

Soporta temperaturas comprendidas entre los + 90° C y los -150° C.

En escultura son excelentes bases fácilmente labrables para colocar sobre ellas una capa a manera de piel (Barros modelables, cemento o utilizando aislante para evitar el ataque químico resinas plásticas) que encontrarán en el Unicel un soporte que generalmente será retirado con ayuda de solventes.

Es un material excelente para cortarse con gran facilidad y precisión con filamentos calientes para servir como base para recubrirse con otros materiales.

Debe tenerse en cuenta la sensibilidad del poliestireno expandido frente a los solventes, cuando se trate de la aplicación de adhesivos, pinturas no acuosas, disolventes habituales y productos desmoldantes a base de aceites. Cuando se requiera que el Unicel sea cubierto con películas rígidas como la combinación de resina poliéster o pinturas es necesario primero recubrir con pinturas de base agua (acrílicas o vinílicas),

resinas también de base acuosa (acetato de polivinilo) o resinas epóxicas opciones que no carcomen al Unicel.

Otra de sus aplicaciones aunque requiriéndose de equipo especial es el moldeo de relieves y piezas volumétricas.

Poliestireno extrusionado

Con el nombre de Styrodur, también patentado por la BASF, se conoce una espuma rígida obtenida por extrusionado de poliestireno en gránulos granza, con la adición durante el proceso de un gas que produce el efecto de expansión. El material que resulta es de superficie lisa, estructurado con innumerables celdillas cerradas que le prestan sus peculiares características, y en color verde claro.

Las propiedades son similares a las que presenta el Styropor, pero mejoradas. destacan, singularmente:

Su excelente poder aislante térmico.

Alta resistencia a la compresión.

Nula capilaridad.

Difícilmente inflamable.

La producción de Styrodur comprende una gama de paneles de 1 250 X 600 mm. que, opcionalmente, pueden tener 2 500 X 600 mm. de dimensionado. Los espesores pueden ser de 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100 y 120 mm. También se fabrican paneles con un encaje o machihembrado perimetral de 15 mm. de anchura, por lo que las dimensiones totales de estas variantes serán de 1 265 X 615 mm.

De aplicación escasa en la escultura son paneles muy utilizables en arquitectura como aislantes térmicos

Resinas de Poliéster o resina epóxicas.

Este grupo de materiales termoplásticos, caracterizado por contener enlaces oxigenados del tipo éter en la cadena polímera, presenta una gama de compuestos entre los que se cuentan las resinas epóxicas, las polioxioléfricas y el polioximetileno. El más conocido es el que forman las resinas epoxi.

Los polímeros de poliéster se hacen reaccionar con agua, con lo que se produce desprendimiento de óxido de nitrógeno y se forman burbujas como consecuencia de ello en la estructura celular de la resina cuando fragua.

Los grupos de poliésteres que se forman entonces son espumas flexibles, que tienen aplicación para tapicería y relleno de muebles de asiento. Puede también formarse *in situ* proyectando el material a presión por medio de aparatos adecuados.

Resinas epoxy o epóxicas.

Las resinas epóxicas son polímeros que se forman por condensación de dos monómeros, epiclorhidrina y un polialcohol, generalmente el difenol propano o el bisfenol A, en presencia de un catalizador o agente endurecedor.

Este agente de fraguado suele estar compuesto por aminas, tal como el dietilene triamina y el trietileno tetramina, que permiten la formación de una estructura de malla. En tal caso, se utilizan en forma parecida a las resinas de poliéster.

Presentan las siguientes características:

Color que varía desde el amarillo claro hasta el marrón oscuro. Excepcional adhesión a casi todos los materiales y a los metales.

No se funden al calor.

Buena estabilidad térmica. Queman lentamente.

Elevada resistencia al agua.

No son atacables por la mayoría de los productos químicos corrientes.

No envejecen.

Condiciones aislantes muy apreciables.

Las resinas epóxicas se mezclan frecuentemente con resinas fenólicas usadas para moldes industriales. Los productos elaborados con ellas tienen excelentes propiedades aislantes, de dureza y de mecanización, por lo que industrialmente son utilizadas como material de recubrimiento en superficies, para piezas moldeadas y espumas. Pueden reforzarse con fibra de vidrio y añadirseles cargas para mejorar sus propiedades.

En el orden popular, la gran divulgación que han tenido las resinas epóxicas ha sido por sus propiedades adhesivas, que permiten uniones de extraordinaria resistencia entre materiales muy diversos, como pueden ser madera con acero, aluminio con latón, hierro con vidrio, vidrio con porcelana, gres con cemento, etcétera.

Estos adhesivos se comercializan a base de dos componentes. Uno, constituido por la propia resina en estado de unida viscosidad. El otro, es el agente endurecedor. Para utilizar el producto, deben mezclarse dos partes aproximadamente iguales de ambos componentes, aplicando con espátula. La acción de secado no es instantánea; en condiciones normales, tarda de unas cuantas horas hasta los nuevos productos 5 minutos.

Resinas de Poliuretano

El poliuretano fue descubierto por Bayer, hace ya más de 30 años. Hoy en día forman una de las más importantes familias de plásticos, caracterizados por la extraordinaria versatilidad de su estructura química y las propiedades que de ello se derivan. Fundamentalmente, los polímeros de poliuretano se obtienen por un proceso de condensación entre dos monómeros complementarios, como disocianatos y dioles,

o bien estableciendo enlaces entre uretanos y poliésteres. De acuerdo con las diferentes variantes que admite su formulación, pueden lograrse tres tipos distintos de resinas:

Rígidas, muy duras, lustrosas y resistentes.

Blandas y elásticas, en forma de cauchos resistentes a la abrasión.

Además pueden obtenerse espumas, que pueden ser flexibles o rígidas.

Las primeras, presentan unas características físicas generales que las hace semejantes al nylon. Fuertes y resistentes, con buena estabilidad dimensional, altas propiedades aislantes ante la electricidad y las humedades. Inatacables por la mayoría de los productos químicos comunes. Puede ser termoplástico o termoestable, según los componentes y procesos.

Comercialmente se suministran en forma de películas, tubos, varillas y polvos de moldeo, para su transformación por compresión, inyección y extrusión de aplicación industrial. Su campo de aplicaciones es para producir engranajes, cojinetes, equipos eléctricos y electrónicos, manijas y tiradores de puertas, recubrimientos aislantes para cables, películas y láminas para envasados, etc.

En escultura se utilizan para vaciados que tienen la propiedad de que a pesar del espumado en las zonas exteriores el material se manifiesta más compacto. Se producen también innumerables molduras para ventanería y marcos decorativos.

El Baydur, por ejemplo, es una espuma rígida e integral de poliuretano debida a la Bayer, que comercialmente es considerada como un material de construcción a medida de las necesidades que se planteen, tal es su versatilidad.

Las resinas para la preparación de la espuma es una mezcla líquida de las materias primas, conteniendo el agente espumante, se introduce casi sin presión en moldes cerrados y acondicionados térmicamente. La mezcla en expansión forma en las paredes del molde una zona marginal cerrada y compacta, que a medida que se va alejando de la periferia para acercarse al núcleo o alma de la pieza moldeada, va adquiriendo una estructura micro porosa.

Por lo anterior es muy adecuada para producir elementos decorativos imitando por ejemplo la madera natural, ya que si bien el centro de las figuras es espumado las superficies copian al detalle la superficie del molde y resultan figuras de muy poco peso y precio relativamente reducido.

Las imitaciones que se consiguen con este material son perfectas y no reconocibles a primera vista.

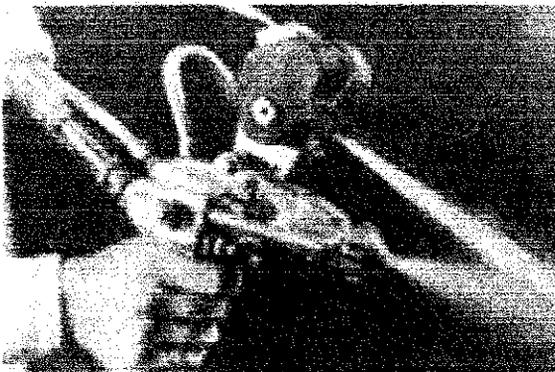


Imagen 39.- Retrato del Cantante inglés David Bowie del escultor Martino Catalano reproducción en espuma de poliuretano que el escultor comercializa en Internet en el sitio: <http://www.martinocatalanofiguresculpture.com/bowie.htm>

Una ventaja adicional al trabajo escultórico es que este espumado pueden ser trabajados como la madera: es decir, pueden ser clavados, cortados a sierra, atornillados, cepillados, esmerilados y pegados pro medio de adhesivo adecuado. Y admiten un acabado final con pintura, tinte o barniz.

Las espumas pueden formarse *in situ* mezclando y batiendo los ingredientes para proceder al vaciado. Al reaccionar los componentes se produce la espuma, la cual se deposita en el lugar debido y fragua.

Las células del núcleo contienen gas monofluorotriclorometano, de conductividad térmica inferior al aire. Lo cual es causa de que las posibilidades aislantes de este material sean más elevadas que el resto de los materiales aislantes conocidos.



En la imagen 40 puede verse el proceso de espreado para la creación de espuma rígida, proyectada pro medio de pistola compresora. El procedimiento es apropiado también para aplicar la capa aislante sobre tuberías, depósitos, etcétera. El operario debe protegerse con una máscara contra los gases que se forman durante la reacción.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

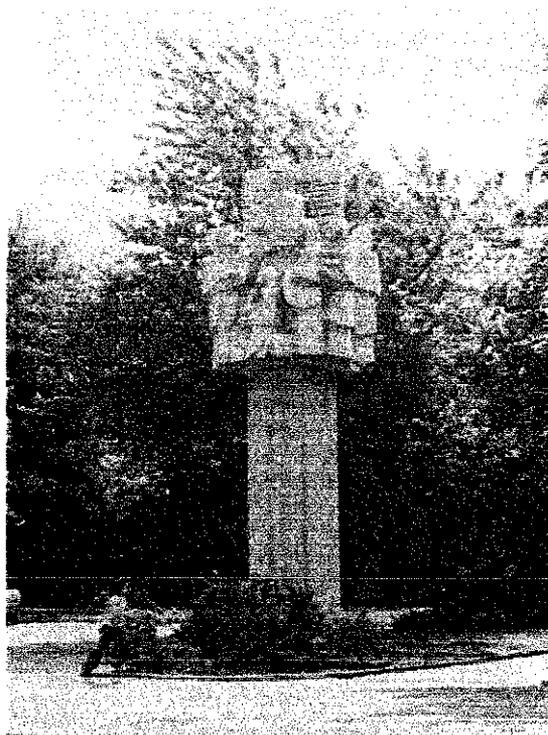


Imagen 41.- “Las vírgenes prudentes y las necias”escultura pública, obra de arte en plástico reforzado con fibras de vidrio, de gran tamaño pero de paredes delgadas, lo que suponía un peligro para su integridad. Su autor, el escultor de Altendorf, Arnold Morkramer, realizó su creación por encargo de una parroquia religiosa de Gelsenkirchen, Alemania Federal.

El proyecto descrito en la imagen implicó varios problemas técnicos dado que la obra tenía una base de 3 X 4 metros y 4 metros de altura y había elegido como material de trabajo un poliéster reforzado con fibra de vidrio, precisaba asegurar la estabilidad de la estructura, que era hueca. Pensó en un material de relleno también en plástico y acudió a consultar lo más conveniente a los técnicos de la Bayer. Estos le aseguraron que para estabilizar la estructura bastaría con una capa de espuma de poliuretano de unos 2 cm. de espesor. Pero, considerando que por el

procedimiento de aplicación manual sólo se conseguiría estabilizar la gigantesca escultura con un relleno completo, y además desigual, hubo de recurrir al uso de una máquina espumadora. En este caso, reproducido en imagen 42, la más pequeña de la gama que fabrica la firma Maschinenfabrik Hennecke. Únicamente utilizando este método mecánico era posible disponer una capa uniforme por la cara interior vaciada de la estatua.



Imagen 42. Máquina esperadora de espuma de poliuretano rígida misma que utilizó el escultor alemán Arnold Morkramer en el proyecto mencionado. Este tipo de equipo se utiliza mucho para escenografía basada en la imitación de cavernas o rocas. En este proceso se produce grandes volúmenes de espumado.

Las espumas de poliuretano flexibles son extraordinariamente resilientes, es decir, tienen la propiedad de aceptar su compresión, modificando su forma original que recuperarán en el mismo momento en que cese la causa que produzca la deformación.

Así, las espumas flexibles denominadas comúnmente hule-espumas se utilizan como material de relleno para tapizados, colchones, guarnición de muebles de asiento, como sillas, sillones, butacas y sofás, cojines, almohadillados de artículos embalajes, etc.



Imagen 43.- "Ganado de Vacas" de Maris Bustamante Reproducción tamaño natural de vacas de la raza Holstein en laminado de hule-espuma cosido. Parte de un performance presentado en la UAM Azcapotzalco.

Por último, las resinas poliuretánicas tienen aplicaciones en la industria de barnices y pinturas, cuyos preparados se caracterizan por la extraordinaria dureza y resistencia al desgaste de la película formada, una vez completamente seca.

También a la Bayer se deben dos productos base que resultan insustituibles como materias primas para la fabricación de barnices y pinturas de poliuretano. Se trata del Desmodur y el Desmophen (DD) con los que se obtienen los llamados DD-Lack, nombres comerciales patentados por la citada firma alemana. Y cuya denominación, tanto técnica como profesionalmente, es en la actualidad la que suele darse en lugar de barnices y pinturas de poliuretano.

Los DD-Lack constituyen un recubrimiento de sistema reactivo. Después de aplicada la capa del producto, una reacción química origina la formación del plástico poliuretano. Para hacer posible dicha reacción se necesitan dos componentes, los cuales

se guardan por separado. Y sólo un poco antes de su empleo se mezclan el una con el otro, en una operación que puede ser automática si se utiliza un mezclador mecánico.

Por lo tanto, los DD-Lack suelen ser, por lo general, barnices o pinturas de dos componentes, el barniz o pintura base y el endurecedor. Sin embargo, también se fabrican productos de la misma base a un solo componente, que son suministrados para su uso inmediato.

Estos últimos requieren la humedad ambiental para que se provoque la reacción, de manera que, estrictamente considerados, endurecen también según el principio de dos componentes.

Una adecuada elección del tipo y cantidad de los componentes de partida, permiten la obtención de barnices y pinturas con propiedades específicamente adaptadas a las necesidades de cada caso. Ningún otro sistema de laces presenta un abanico tan extenso de posibilidades.

El empleo del plástico líquido, nombre popular del DD-Lack utilizado normalmente como recubierto de carteles e ilustraciones, no se diferencia apenas de los restantes productos tradicionales que se utilizan en el ramo de pinturas y barnices. Prácticamente pueden ser aplicados con cualquier técnica: pistola a compresión, airless, pistola electrostática, brocha, rodillo, por colada (máquina de cortina) y con cilindros (coilcoating). Únicamente en el procedimiento de inmersión existen ciertas restricciones.

Las características que presentan los DD-Lack incluyen una amplia gama de propiedades pero quizá la más destacada de todas ellas sea que seca a la temperatura ambiente, y una vez el recubrimiento ha curado al aire, la dureza de la película puede incluso superar a los barnices secados al horno.

Esta misma película de barniz o pintura, o sea la capa de resina de poliuretano incolora o coloreada por la adición de pigmentos, es irreversible. Ni la acción continua del agua, ni los disolventes, ni la luz, ni el ataque de los agentes atmosféricos, llegarán a producir la mayor alteración en la superficie.

En cuanto a las propiedades mecánicas, las películas son duras, tenaces y, a un mismo tiempo, elásticas. Por tal motivo resultan particularmente resistentes a la abrasión, rayado, choque o impacto.

Resinas de siliconas

Las silicones o polisiloxanos constituyen la rama más importante de los derivados organosilíceos. Básicamente son polímeros compuestos de átomos alternados de silicio y oxígeno, con sustituyentes orgánicos de silicio-carbono enlazada a los primeros.

El nombre de silicones precede, precisamente, del enlace silicio-oxígeno, en inglés silicón ketones. Son productos termoestables que pueden adoptar cuatro

presentaciones, según la naturaleza de los grupos orgánicos unidos al silicio y de acuerdo con las diferentes condiciones de obtención:

Fluidos viscosos

Cauchos o gomas

Resinas, o grasas

Incluso dentro de cada grupo, los productos pueden ser distintos entre sí, de acuerdo con su composición, grado de policondensación, de ramificación y de reticulación.

De manera muy elemental podemos decir que los compuestos más sencillos son los llamados silanos, compuestos hidrogenados de silicio tetravalente. Los silanos hlogenados sustituidos se someten a una hidrólisis y forman los silanoles correspondientes. Como estos silanoles son inestables, se deshidratan y por policondensación dan lugar a los polisiloxanos, conocidos técnica y comercialmente como silicones.

Es importante conocer el anterior proceso, porque los silanos tienen aplicación en la construcción para tratamientos de aglomerados.

Los compuestos de silicones ya hemos dicho que pueden presentarse en forma de fluido viscoso, caucho, resina y grasa, y como es lógico, dentro de cada una de tales variantes ofrecerá distintas características. Sin embargo, hay tres que son comunes a todas ellas, y que forman las propiedades esenciales de la familia, a saber:

Perfecta estabilidad a las elevadas temperaturas. Permanecen estables entre los -50°C y los 250°C . En ciertos casos, como por ejemplo, si llevan algún material de refuerzo, como fibra de vidrio, mica o amianto, pueden ser utilizadas hasta -160°C o hasta los $+320^{\circ}\text{C}$.

Total resistencia al agua y a la oxidación. El alto poder hidrofugante se ve poco afectado por la temperatura o las condiciones climatológicas. Excepcionales propiedades dieléctricas, incluso después de su exposición a la humedad y a temperaturas elevadas.

Algunos tipos de silicones se utilizan, entre otras aplicaciones, para la elaboración de ciertas pinturas y barnices, en tratamientos antiespumantes y como aditivos hidrofugantes.

En el sector de barnices y pinturas, estas resinas pueden emplearse en calidad de ligantes para la fabricación de barnices transparentes, pinturas decorativas pigmentadas, pinturas anticorrosivos igualmente pigmentadas y pinturas dieléctricas.

Carrocerías de vehículos pintadas con esmaltes de silicones, por ejemplo, requieren un mínimo de pulido y nula atención posterior. Y sin embargo, su vida puede superar a la del mismo coche.

Preparación de un caucho RTV de siliconas.

1. primer componente.
2. adición del catalizador.
3. mezcla por batido.
4. reducción de la presión en 20 mm.
5. al cabo de 20 minutos la masa puede ser utilizada.
6. el caucho ya curado.

Las colas-másticas forman una gama muy importante, que de manera simplificada podríamos considerar integrada por dos grupos, que son conocidos comercialmente con las siglas RTV y CAF.

El nombre de RTV precede de la expresión americana Room Temperature Vulcanizing, ya que los primeros productos fueron desarrollados en las E.E.U.U. por las firmas General Electric y Dow Corning. La traducción española significa vulcanizando a la temperatura de la habitación (ambiente).

Hablamos de los conocidos silicones para elaboración de moldes. Se trata de productos líquidos o pastosos que, a la temperatura ambiental, se transforman en masas elásticas y flexibles, es decir, puede hablarse de elastómeros vulcanizables en frío. En la actualidad, se fabrica una variante para vulcanización acelerada en caliente, que en lugar de un catalizador propiamente dicho utiliza como segundo componente un agente reticulante. Sometido a una temperatura de hasta 150° C, su reticulación es muy rápida y ofrece en algunas de sus cualidades comunes una cierta superioridad sobre los vulcanizados en frío. A pesar de que precisan de la ayuda del color para desarrollarse, no pierden su denominación de RTV.

En cualquier caso, son productos bicomponentes. La mezcla tiene lugar adicionando a las silicones unidas o pastosas una pequeña cantidad de catalizador, por lo general a base de sales metálicas o aminas. Al cabo de unos 20 minutos, aproximadamente, la mezcla está pronto para su uso.

Por este sistema pueden conseguirse piezas vulcanizadas de gran espesor. Por ello, resultan estas materias primas muy indicadas para moldeados, así como para rellenos de huecos, ciertos tipos de recubrimientos, geles dieléctricos, espumas, autoadhesivos, etc.

El otro grupo es el llamado CAF, que corresponden a las iniciales de la denominación francesa Colles A Froid (colas en frío), por haberse creado en 1957 por Rhone-Poulenc, trabajando para Rhodorsil. Estos materiales tuvieron rápidamente un gran éxito, debido a que facilitaban su empleo.

Presentado en envases de tipo tubo, son cauchos monocomponentes. La mezcla contenida elastómero-reticulante, sólo evoluciona con la humedad atmosférica. Y así, la masa pastosa que fluye por la boca del tubo que la contiene, se transforma en pocas horas en una materia elástica. Accesibles solo como productos industriales son de difícil acceso al escultor.

Los polvos para moldeo, aplicados por compresión, por inyección o por transferencia, son productos termoendurecibles que se obtienen con resinas de silicones a la que se agrega como refuerzo una fibra inerte, como por ejemplo fibra de vidrio y sílice, en presencia de un catalizador. Por lo general suele adicionarse también pigmentos para dar a la masa un color atractivo, agentes de desmoldeo, etc.

Las piezas así tratadas ofrecen muy buenas propiedades mecánicas y dieléctricas, tanto como una elevada resistencia a las temperaturas extremas, desde los -65°C hasta los $+350^{\circ}\text{C}$. Resisten también a la mayoría de los agentes químicos, al agua y a los agentes atmosféricos.

Y por último mencionaremos la presentación en pastas y grasa, compuestos de una consistencia similar a la vaselina, que se utilizan principalmente como lubricantes capaces de soportar las condiciones más extremas en cuanto a temperaturas (-70°C a $+260^{\circ}\text{C}$), que además tienen tres interesantes características.

Elevada resistencia al agua, a las atmósferas agresivas y a las radiaciones.

Aplicaciones de las siliconas. Paneles decorativos moldeados.

Efecto lubricante de alto eficacia.

Notable resistencia a la oxidación, muy superior al de las grasas minerales u orgánicas tradicionales.

Estas cualidades antioxidantes de los silicones son aprovechadas para su utilización, en aceite fluido y por medio de spray, para tratamiento de metales agrietados por oxidación.

Resinas Vinílicas

Constituyen una de las familias plásticas más conocidas, cuyos polímeros del enlace vinilo dan origen a unas materias termoplásticas denominadas resinas de vinilo o vinílicas.

De ellas, algunas vienen siendo utilizadas desde hace bastantes años, como es el caso del policloruro de vinilo y el poliacetato de vinilo, cuya iniciación tuvo lugar en 1912. El descubrimiento de cloruro de vinilo es, sin embargo, muy anterior. Data nada menos que del año 1835, cuando por casualidad Regnault obtuvo la polimerización de un monómero de cloruro de vinilo, en Francia.

Más modernamente, han ido siendo descubiertas otras polimerizaciones: la del polialcohol vinílico, los poliacetatos vinílicos y los poliéteres vinílicos, a los que deben agregarse posteriormente el polifluoruro de vinilo, el polivinilcarbazol, etc.

Sin embargo, las denominaciones de resinas vinílicas suelen referirse a los tres primeros de los polímeros citados.

Policloruro de vinilo

Los polímeros o resinas de policloruro de vinilo (PVC) son macromoléculas orgánicas formadas por encadenamiento de monómeros de cloruro de vinilo, en presencia de catalizador, que puede ser peróxido de hidrógeno, peróxido benzoico o persulfato de potasio, por ejemplo.

La polimerización del cloruro de vinilo es una reacción exotérmica, que debe ser controlada rigurosamente con el fin de obtener polímeros de características uniformes.

Los métodos que industrialmente se aplican son tres:

Polimerización en mesa.

Polimerización en emulsión.

Polimerización en suspensión.

Estos dos últimos, en fase acuosa. Y en ambos procedimientos el monómero es objeto de dispersión en un gran volumen de agua, con el objeto de facilitar la evacuación de las calorías que se generen como consecuencia de la reacción.

La polimerización en emulsión da lugar a un látex, es decir, una dispersión estable de partículas de PVC en agua. El producto acabado se obtiene mediante un proceso de secado del látex por atomización, seguido de diferentes tratamientos del producto ya seco, según sea su aplicación para usos generales o bien para plastisoles.

Por su parte, la polimerización en suspensión produce un slurry, o sea una dispersión inestable de partículas cloropolivinílicas en el agua. El producto acabado es consecuencia de procesos de centrifugación, secado del producto intermedio y tamizado posterior del producto completamente.

Las resinas de PVC no son adecuadas para su aplicación en estado puro. Para que puedan ser transformadas en materiales termoplásticos útiles, es necesario agregarles diversos aditivos.

Compuesto de Policloruro de Vinilo

Un compuesto no es más que la mezcla íntima de una o varios polímeros, en este caso de cloruro de vinilo, con otros ingredientes: materias de carga o simplemente cargas, productos plastificantes, catalizadores y pigmentos colorantes.

Un mismo polímero de PVC permite fabricar una extensa gama de compuestos para la obtención de productos acabados, blandos o rígidos, con todas las graduaciones de flexibilidad intermedias. Según su composición, estos compuestos pueden adoptar cuatro tipos distintos de presentación: en forma de polvos, que se denomina mearla seca; en gránulos o granza; en pastas o plastisoles; y en masilla o plastigales.

Los efectos comerciales pueden considerarse dos variantes elementales: el PVC rígido y el PVC flexible.

El PVC rígido o PVC duro se obtiene por la fusión y moldeo a temperatura adecuada de policloruro de vinilo con aditivos, con exclusión de plastificantes.

Estos aditivos, que en ocasiones pueden ser incluso polímeros de otra familia de resinas, como por ejemplo el polietileno clorado, se mezclan con el objeto de mejorar sus propiedades.

Todas estas propiedades señaladas hacen del PVC rígido una materia prima especialmente adecuada para la fabricación de planchas, perfiles y tubos para su empleo en el sector de la Construcción.

Por ejemplo, el PVC es un material que tiene aplicación masiva en carpintería plástica, para elaborar marcos de ventanas principalmente.

Y es también muy utilizado en la fabricación de persianas enrollables.

Otro de los varios usos que tienen las resinas de la familia polivinílica, es la de dar origen a planchas, places y plafones para revestimientos decorativos. Conocidos comercialmente como Placas de PVC espumado un material relativamente nuevo.

PVC Flexible

También llamado impropriamente PVC plastificado, es un material elástico, que se presenta comercialmente con distintas modalidades, según sea el plastificante que se haya empleado durante su proceso de transformación. Por su aspecto, sobre todo cuando el producto se presenta con un cierto espesor apreciable, recuerda a la goma, aunque su flexibilidad es menor.

Los productos más familiares de este grupo comprenden una amplia gama que va desde láminas finas y estampadas, con las que suelen resolverse muchos tipos de cortinas para baños y duchas, hasta losetas y material en rollo para pavimentación ligera.

Otras aplicaciones interesantes de este grupo de polímeros compuestos son las imitaciones del cuero y otros tipos de pieles. Tales sustitutos de la piel tienen aplicación en tapicería, revestimientos de paredes y puertas, empanelados decorativos, etc.

Los productos de este grupo no resisten la acción prolongada de la intemperie, ya que pierden su componente plastificante, por lo que deben ser utilizados con exclusividad en instalaciones interiores.

Poliacetato de vinilo

Los poliacetatos de vinilo, PVA, son productos termoplásticos cuyos polímeros transparentes, aunque no cristalinos, han sido obtenidos por copolimerización catalítica del acetato de vinilo a través de peróxido benzoico, u otro catalizador parecido, que dará lugar a una masa en forma sólida anhidra, o bien a una emulsión o dispersión en agua.

Sus aplicaciones más importantes son como materia ligante en preparados emulsión de base acuosa. Productos comercialmente conocidos como látex del polímero, que son empleados en la fabricación de un grupo de pinturas y barnices plásticos cuyo vehículo y disolvente es el agua, el más popular y posiblemente, también, el más utilizado con el nombre genérico de pinturas plásticas. Debe advertirse que tal generalización muchas veces no se ajusta a la realidad e induce a la confusión, ya que hay muchas otras pinturas y barnices que también son plásticos y que, sin embargo, nada tiene que ver con el poliacetato de vinilo. Como por ejemplo sucede con las resinas acrílicas, las silicones, el caucho clorado etc.

También se utilizan los polímeros vinílicos en la elaboración de ciertos tipos de adhesivos, así como igualmente en el tratamiento de tejidos y en la industria del papel. En estos dos últimos casos, el PVA es empleado como apresto, en sustitución del almidón convencional.

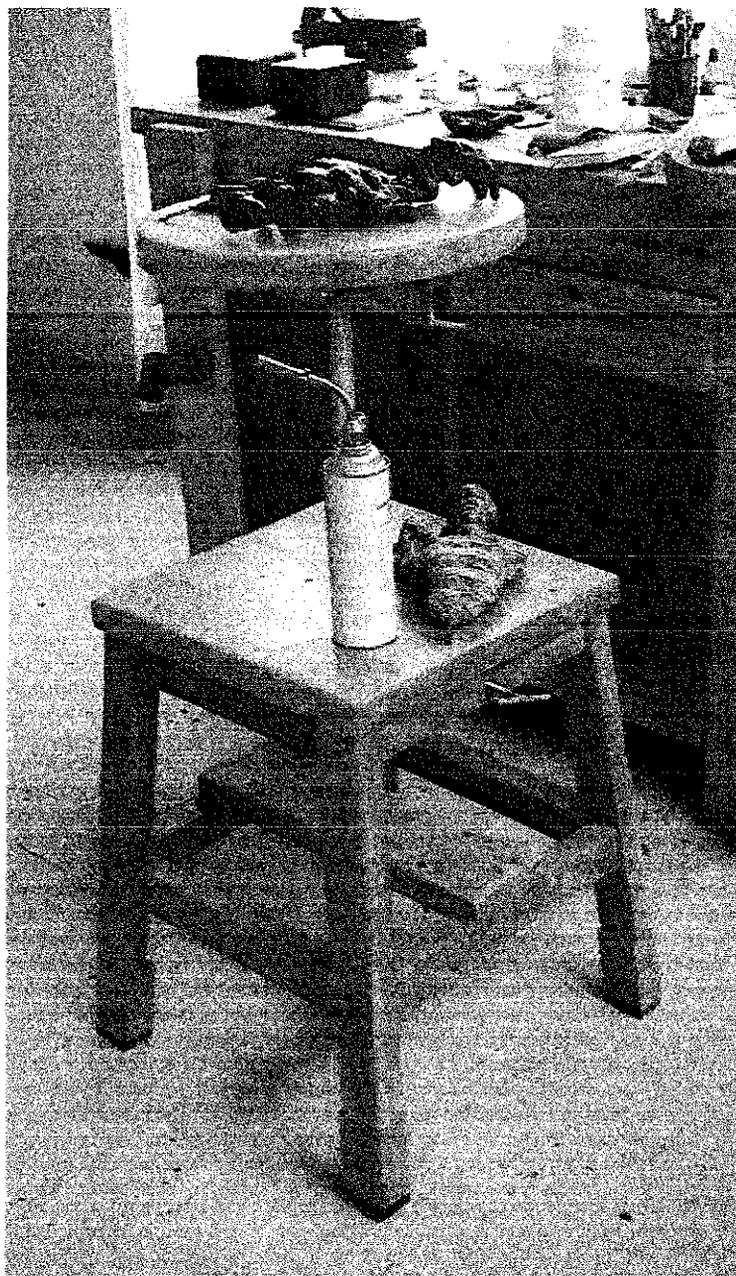
Las pinturas PVA de la base acuosa, que se fabrican por pigmentación de las emulsiones de los polímeros y copolímeros del acetato de vinilo, se caracterizan por su bajo costo en relación con su rendimiento, por la sencillez de su aplicación y por la resistencia que ofrece la película formada, cuando haya secado por complete, tanto a los rayones y pequeños impactos como a la acción de los agentes atmosféricos. El agua de la emulsión desaparece al evaporarse, mientras las partículas del látex se coagulan y curan, para formar una capa superficial de extraordinaria dureza.

El PVA¹¹ es utilizado también, como se ha dicho, para elaborar el adhesivo que se conoce con el nombre vulgar de cola blanca y pasta blanca. Este producto, cuyo mismo nombre indica el color que presenta, tiene aplicaciones en los ramos de carpintería, ebanistería, bricolaje y escolar, para pegar madera. Sustituye a la anticuada cola de carpintero, de olor desagradable y manejo complicado, mientras que la pasta blanca es usada directamente tal como sale del envase y en frío, y tiene además un poder de adherencia más elevado.

¹¹ Tal vez el producto comercial en México más conocido es el Resistol Blanco o Resistol 850 sin embargo hay variadas marcas comerciales del mismo producto y si el escultor requiere grandes volúmenes es mucho más económico adquirir como Poliacetato de Vinilo.

Capítulo 5.-

Introducción al trabajo práctico con polímeros, técnicas y herramientas.



Aspecto del taller del autor

5. Introducción al trabajo práctico con polímeros, técnicas y herramientas.

Diseño y especificaciones del taller de polímeros.

El taller o área de trabajo del escultor es una zona de trabajo que el artista va acondicionando de acuerdo a sus necesidades de trabajo y a los proyectos específicos que va enfrentando. El tipo de materiales que se trabajará en ellos condiciona determinantemente los espacios, las herramientas y maquinarias, así como las medidas de limpieza, seguridad, ventilación, mantenimiento, etc.

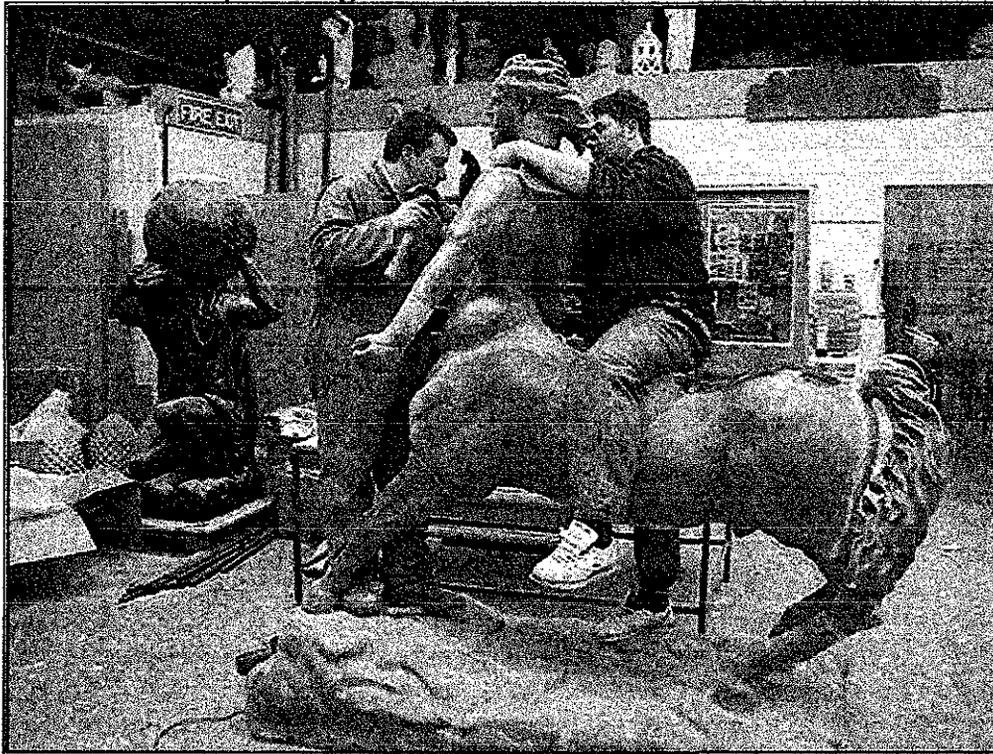


Imagen 44.- Aspecto de un taller de escultura con polímeros.

5.1. Aspectos de seguridad y salud en el trabajo con los polímeros.

Trabajando con polímeros el escultor puede encontrarse ante la opción del trabajo eventual donde maneja principalmente uno u otros materiales y recurre al plástico ocasionalmente como un apoyo a su trabajo (por ejemplo cuando realiza solo los moldes en plástico), o bien aquel artista que se especializa en los polímeros como material principal de su obra. En ambos casos deberá tomar en cuenta varios aspectos relativos a la seguridad, salud limpieza y cuidado ambiental al manejar estos materiales.

Desafortunadamente en los países latinoamericanos muchos de estos aspectos se consideran poco y el trabajo con los polímeros y otros materiales que eventualmente pueden resultar peligrosos se hace con muy poca precaución. Es importante decir que como otros materiales los polímeros, si bien no son en extremo peligroso, algunos compuestos pueden representar riesgo a la salud o a la ecología.

Ante este panorama el escultor tendrá que optar por documentarse sobre el origen de los materiales que maneja. Los laboratorios productores son por lo general de origen transnacional y la reputación de cada laboratorio se puede conocer a través de la lectura de revistas especializadas en los temas productos plásticos, de salud y ecología. Por lo general los laboratorios disponen de departamentos que brindan asesoría sobre aspectos de seguridad, salud e impacto ambiental de sus productos.

Por ser los polímeros sustancias de origen químico y de generación artificial los plásticos tienen una reputación bastante mala en cuanto a su toxicidad, esta reputación ha hecho incluso que en algunos países donde si se normaliza la protección al ambiente y la seguridad sea incluso difícil encontrar fácilmente estos productos.

El criterio que en este estudio se propone es un punto medio donde se puede trabajar con estos materiales con seguridad para el usuario y a la vez considerar una protección del ambiente tomando en cuenta algunas medidas precautorias.

Para el escultor el conocimiento de los efectos de la posible toxicidad es lo mas importante y esto sucede con cualquier material. Algunos artistas tallan cualquier piedra con herramientas eléctricas que desprenden sustancias pulverizadas y que pueden contener compuestos peligrosos o dañinos, estos polvos van directamente los pulmones del ejecutante de la obra y a los pulmones de sus vecinos y al ambiente. Algo similar se puede decir con respecto a los vapores de las sustancias químicas que se usan en las innumerables pátinas del bronce y así podríamos citar algunos otros ejemplos. En conclusión el trabajo responsable con cualquier material implica el conocimiento de las consecuencias que este material pueda tener en uno mismo, en otras personas o en el ambiente.

En el trabajo con los polímeros debemos considerar no solamente los materiales que constituirán la escultura, el molde o el refuerzo plástico, sino las variadas sustancias que involucra el trabajo práctico con los polímeros: solventes, catalizadores, pigmentos, cargas, etc. y así mismo incluye la intervención en ocasiones de procesos que pueden ser dañinos a la salud como el caso de la utilización de luz ultravioleta para la promoción o aceleración del catalizado de diversos plásticos, esta luz producida por lámparas especiales es altamente peligrosa a la retina del ojo y puede causar cáncer en la piel expuesta a tales radiaciones.

Los principales peligros de accidentes de los talleres son :

- Quemaduras térmicas y químicas.
- Lesiones en la piel y los ojos por contacto con productos químicamente agresivos.
- Cortaduras con vidrios u otros objetos con bordes afilados.
- Intoxicación por inhalación, ingestión o absorción de sustancias tóxicas.
- Incendios, explosiones y reacciones violentas.
- Exposición a radiaciones perjudiciales

Recomendaciones generales:

- 1.- Las improvisaciones con frecuencia causan accidentes. Se debe planear el trabajo antes de iniciarlo. Es necesario asegurarse de que los equipos que se van a usar estén armados correctamente y que funcionen bien, como también conocer las características de los productos y materiales que van a manejarse. No deben realizarse procedimientos nuevos ni cambios a los existentes a menos que se encuentren debidamente estudiados.
- 4.- Hay un equipo de protección personal para cada tarea. La producción visual es fundamental en todas las tareas que se realizan en los talleres de escultura.
- 5.- Muchas personas tienen por costumbre, trabajando con polímeros, formar vacío con la boca para levantar un producto químico líquido (pipetear). Esta práctica inadecuada provocó muchas intoxicaciones por ingestión o aspiración accidental de un producto tóxico. Debe usarse el equipo adecuado, por ejemplo, una perilla de caucho, una jeringa aspiradora o una pre - pipeta.
- 6.- Ocurren otros accidentes por ingestión cuando no se observan las normas de higiene correspondiente al manejar productos químicos peligrosos. Debe evitarse el contacto de las manos con cualquier producto químico y cuando esto sea inevitable, no se deberá comer ni fumar sin antes lavarse bien las manos.
- 7.- Las quemaduras térmicas son comunes en los talleres. Cuando sea necesario manejar recipientes que estuvieron expuestos al calor, el uso de pinzas puede evitar quemaduras dolorosas en las manos y los dedos.
- 8.- El uso de reactivos y de equipos cuya peligrosidad se desconoce ha provocado explosiones y quemaduras graves. Es necesario conocer bien las propiedades peligrosas de cada producto como así también leer detenidamente las instrucciones que dan los fabricantes sobre el uso de equipos de laboratorio.
9. Poseer en lugar visible los teléfonos y direcciones de Hospitales y Centros asistenciales, así como Bomberos.

Equipos de protección personal

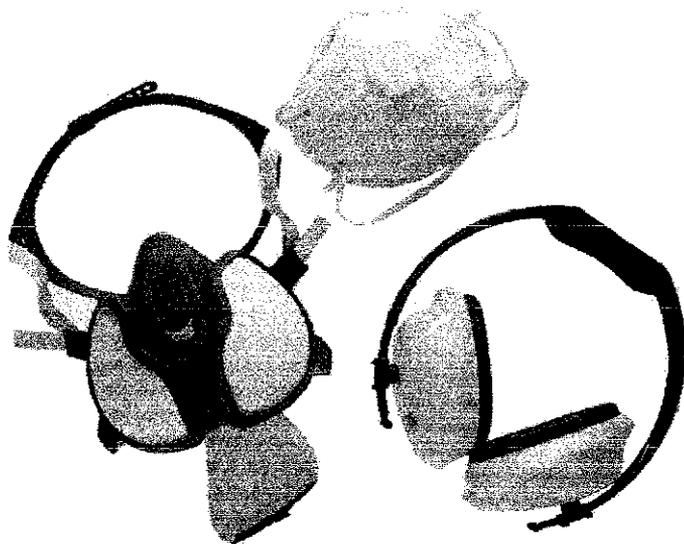
Es imprescindible usar en los laboratorios algunos equipos de protección personal. A continuación se dan los principales:

- a. Trabajar con zapatos de protección cuando se deba entrar a una zona de proceso o cuando se manejen objetos pesados.
 - b. Usar protección para los ojos.
 - c. No usar lentes de contacto.
 - d. Usar protección facial cuando se manejen polímeros fundidos, ácidos o cáusticos.
 - e. Usar guantes de amianto al manejar productos u objetos calientes.
 - f. Usar guantes impermeables al trabajar con productos tóxicos.
 - g. Usar equipos de protección contra ácidos (guantes, delantal, etc.)
-

- h. No usar ropa de fibra sintética al trabajar con productos inflamables.
- y. Usar delantal de cuero al manejar polímero fundido.
- J. Usar guantes al transportar o conectar cilindros de gases o al manejar materiales.

Vías de introducción al cuerpo de las sustancias tóxicas y precauciones a tomar:

Los riesgos de que un material tóxico afecte la salud van en relación a las posibles vías de entrada de la sustancia peligrosa al cuerpo y estas son:



Por inhalación. Es decir por introducción al sistema respiratorio.

Como medidas de precaución para evitar la inhalación podemos mencionar el uso de mascarillas en dos modalidades; las que solo filtran el aire físicamente a través de fibras textiles, este tipo de mascarillas son suficientes cuando solo se quiere proteger de la inhalación de partículas suspendidas en el aire, es decir polvos ya surtidos comercialmente en presentación pulverizada o cuando los polvos se producen por efecto del algún proceso como el pulido. Otro tipo de mascarillas son aquellas que además hacen un filtrado químico del aire a través de

sustancias como el carbón activo, estas son necesarias para sustancias o agentes tóxicos que se disuelven en el aire y gases tóxicos.

En este punto es desde luego importante mencionar la ventilación del lugar donde se trabajo con polímeros y sus solventes.

Por ingestión. Introducción al sistema digestivo.

Las dos principales casos de ingestión accidental son: cuando por ejemplo un solvente se guarda en una botella de refresco y accidentalmente alguien lo ingiere y la segunda se puede dar a través de no lavarse las manos luego de manejar sin guantes protectores alguna sustancia y posteriormente al comer la sustancia se ingiere accidentalmente aunque sea en cantidades mínimas.

Es fundamental tener las precaución de guardar las resinas, sus catalizadores, los solventes, las cargas y pigmentos en recipientes claramente distinguibles como contenedores de sustancias química, así mismo el anotar con texto claro el tipo de sustancia que contiene sin dudar en anotar peligro o pegar la calcomanía de la calavera que indica un riesgo de envenenamiento.

Así mismo para proteger las manos ademas de guantes de látex de cuero o otro material impermeable (nunca textil) ayuda la aplicación de cremas protectoras y lo mas

importante el abundante lavado con agua y jabón luego de utilizar sustancias de toxicidad conocida o sospechada.

Muchas presentaciones comerciales hacen esta advertencia tal es el caso de las plastilinas epóxicas.

Por contacto a zonas delicadas del cuerpo (ojos, mucosas, partes delicadas de la piel).

Aquí debemos considerar que la sustancia agresiva puede ser un líquido que accidentalmente salpique a los ojos o la piel, una emisión en forma de gas o bien una sustancia pulverizada que flota en el aire y que a diferencia de la inhalación en este caso la sustancia agresiva afecta no el sistema respiratorio sino otros tejidos externos como la piel las mucosas o a los ojos.

Por otro lado como ya se mencionan las emisiones de luz ultravioleta pueden también producir daños tanto en la piel como en la retina del ojo.

Por absorción cutánea. Aquí cabe mencionar que si bien la piel es un tejido protector no todas la piel tiene la misma capacidad protectora y tenemos en nuestros cuerpos desde delgadas capas protectoras hasta gruesos tejidos. Por otro lado algunas sustancias químicas tienen la propiedad de infiltrarse por la piel.

De los anteriores medios de introducción de las sustancias agresivas los dos primeros son desde luego los mas peligrosos para producir daños al organismo.

Eventuales daños

Las sustancias tóxicas puede tener efectos de diversa índole:

Intoxicación del organismo. El proceso de una intoxicación o envenenamiento del organismo por una sustancia tóxica implica desde luego que la sustancia haya entrado al cuerpo por cualquiera de los medios arriba mencionados, entonces la sustancia tóxica produce efectos en uno o varios órganos específicos del cuerpo, los pulmones, los riñones, el hígado como órganos purificadores son a menudo los primeros afectados, sin embargo tanto los efectos como los órganos afectados varían según la sustancia extraña. El grado de intoxicación en el caso de algunas sustancias varia desde un leve malestar hasta situaciones graves.

Irritación de ciertos tejidos por agresión química. Aquí se pueden distinguir dos efectos diferentes; los causados por el contacto físico con sustancias líquidas y sólidas y el causado por sustancias volátiles o vapores. Los primeros afectarán principalmente a la piel, los segundos a los tejidos respiratorios y a los ojos.

Daño local de tejidos. Lo que en lenguaje coloquial se llama quemadura por una sustancia, aunque no haya fuego de por medio. Aunque casi la totalidad de la parte exterior del cuerpo esta integrada por membranas resistentes y tejido muerto que funciona como barrera al medio ambiente, sustancias agresivas pueden dañar esta barrera destruyéndola y afectar tejido vivo en diverso grado de perjuicio.

Efecto alérgico. Es decir que la sustancia genera en el organismo una reacción particular que otras personas puedan no tener. En ocasiones el organismo en particular puede desarrollar una hipersensibilidad que hace que los efectos negativos sean exacerbados incluso al contacto con pequeñas dosis de la sustancia. La resistencia al efecto alérgico con respecto a determinada sustancia varía de un individuo a otro y así mismo algunos individuos pueden ser indefinidamente no alérgicos a determinada sustancia o repentinamente por contacto cotidiano pueden desarrollar una alergia.

Las reacciones alérgicas son de tipos diferentes y van desde irritación de la piel, ronchas, comezón, zonas enrojecidas e irritadas, tos, estornudos, mareos, dolores de cabeza, etc.

Efecto Cancerígeno. Aunque muy diversos los tipos de cáncer y de diverso origen, el efecto del cáncer se puede decir que coincide en el comportamiento irregular de reproducción de las células de algún tejido específico del cuerpo. Existen sustancias que pueden promover este comportamiento irregular y descontrolado.

Dentro de las variadas sustancias cancerígenas que van desde las utilizadas como insecticidas o herbicidas en el trabajo con plásticos solo hacemos aquí la observación sobre la peligrosidad del asbesto que se utilizó como carga para retardante al fuego y como componente en la fabricación de elementos prefabricados de vivienda y ahora se conoce el grave riesgo del uso de tal compuesto altamente cancerígeno, bien a través del contacto con la piel, la ingestión o inhalación del compuesto pulverizado.

Ante todos estos variados riesgos no pretendemos infundir temor sobre el manejo de polímeros pues en la mayoría de los casos las sustancias comerciales para uso particular han pasado múltiples pruebas para su aprobación y comercialización, es usuario como se mencionó debe optar por productos fabricados en laboratorios de reconocida buena reputación.

No se mencionan en este estudio las medidas curativas en caso de intoxicación, irritación, etc. pues desde luego la atención de estas eventualidades deben ser atendidas por médicos especialistas.

5.2. Aspectos de protección ambiental en el manejo de polímeros.

Así como hemos mencionado la falta de cuidado de la salud con respecto al uso de polímeros que se da en nuestros países latinoamericanos la misma situación se da con respecto al impacto ambiental de estos compuestos.

En países desarrollados sobretodo del continente europeo gran parte de la investigación y diseño de plásticos se encamina a la creación de plásticos no dañinos a la ecología.

Dos son las vertientes principales para el cuidado del ambiente al utilizar plásticos.

- a) La utilización de plásticos biodegradable
-

b) La utilización de plásticos reciclables y la canalización de los residuos plásticos tóxicos o no biodegradables.

El entorno es un aspecto básico a considerar en todo trabajo humano responsable, nos hemos dado ya cuenta que no es posible seguir considerando nuestro ambiente como un basurero de capacidad ilimitada.

Si tenemos respeto a no sufrir intoxicaciones por las sustancias que manejamos lo mismo debe hacerse con respecto a la contaminación de nuestro ambiente.

Los principales daños al ambiente o contaminaciones del mismo se pueden producir durante el trabajo escultórico son:

Verter líquidos tóxicos a los drenajes o en la tierra

Depositar sustancias tóxicas en la basura

Esparcir a través del tallado sustancias pulverizadas en el aire.

Aunque toda sustancia química implica un riesgo de contaminación al ambiente el daño potencial de cada una es variado. El impacto de una sustancia contaminante se evalúa tanto por su toxicidad a las formas de vida así como su perdurabilidad en el tiempo dado que muchas sustancias son atacadas por el mismo ambiente (algunas son degradadas por efecto de sucesivos cambios de temperatura, la humedad o por efecto del ataque de bacterias o de sustancias orgánicas). Algunas sustancias tóxicas pueden permanecer causando daño al ambiente por años.

Un efecto adicional que puede presentarse en el caso particular de algunos plásticos es que al ser quemados pueden producir gases tóxicos, tal es el caso del PVC que produce gases de combustión muy tóxicos.

Particularmente tóxicos al ambiente son además las siguientes sustancias;

Los Catalizadores en general y sobretodo los de la resina poliéster.

El monómero de estireno vertido a drenajes e muy dañino al ambiente.

Varias cargas y pigmentos pueden ser muy dañinos al ambientes, pigmentos como los colores cadmio y algunas sales de arsénico (casi en desuso) son evidentemente muy peligrosos. Al respecto el escultor deberá investigar que tipo de cargas y pigmentos utiliza.

Precauciones para el cuidado ambiental.

Evitar verter sustancias tóxicas a los drenajes o al ambiente en general.-

Recolectar residuos peligrosos.

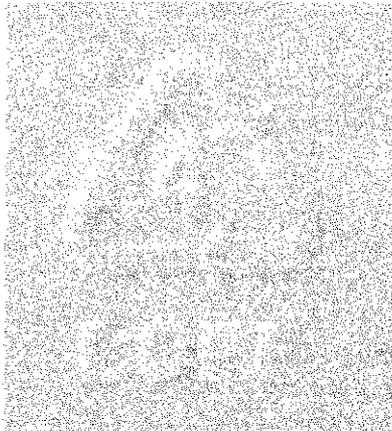
En ambos casos es recomendable juntar en frascos los líquidos peligrosos y en frascos polvos productos del lijado o sobrantes de las cargas. Aun en nuestros países no se hace una separación de basura en orgánica, plásticos reciclables, vidrios, papel y sustancias peligrosas como baterías descargadas, residuos de solventes, etc. sin embargo en lugares donde se hace es común que se guarden por ejemplo los residuos de solventes donde se han limpiado brochas y pinceles. los plásticos reciclables tienen

por ejemplo un distintivo círculo verde que los identifica para ser depositados en depósitos de basura plástica reciclable.



El punto verde.- Die grüne Punkte (alemán). Es un gráfico que se incluye en variados recipientes y productos elaborados con polímeros. Ahora como Green dot ha ganado terreno a nivel internacional a la fecha 15 países se han integrado a su utilización incluyendo los EU, Austria, Bélgica, Francia, Grecia, Irlanda, Luxemburgo, Portugal, España, Suecia y desde luego Alemania. En camino de integrarse están Noruega, Hungría, Latvia, Polonia y la República Checa.

Es importante también considerar los tipos de plásticos disponibles y que cuando se usan en ciertos productos suelen tener un símbolo formado de tres flechas que integran un triángulo y un número en el interior que indica que tipo de plástico es y si es factible su reciclado.



1.- PET - Polyethylene Terephthalate es un plástico transparente con excelentes propiedades como barrera de gases en recipientes. Relativamente barato y fuerte lo cual lo hace muy adecuado para botellas de refrescos

2.- HDPE - High Density Polyethylene es otro plástico comúnmente usado en botella de refrescos. Es translúcido y fuerte además de resistente contra agentes químicos. Puede pigmentarse con diversos colores.

3.- PVC - Polyvinyl Chloride Frecuentemente usado en tubería dada su gran resistencia química. Es buen aislante eléctrico por lo que se usa como recubrimiento de cables.

4.-LDPE - Low Density Polyethylene Es resistente y muy flexible utilizado en bolsas de plásticos, recubrimiento de cables y botellas. Factible se ser termosellado. Es utilizado en cubetas y mangueras

5.-PP - Polypropylene Es un polímero muy resistente y ligero . Tiene un punto de fusión relativamente alto por lo que se usa en tales situaciones. También se usa para recipientes de de yogurt y helado.

6.-PS - Polystyrene El PS como se mencionó ya es el producto conocido como Styrofoam o Unicel se utiliza mucho para empaque ligero.

7.- Otros plásticos que requieren de mayor identificación al reciclado (ejemplo melamina).

5.3. Diseño, especificaciones y condiciones de trabajo en el taller de polímeros.

El taller o área de trabajo del escultor es una zona de trabajo que el artista va acondicionando de acuerdo a sus necesidades de trabajo y a los proyectos específicos que va enfrentando. El tipo de materiales que se trabajará en ellos condiciona de manera determinante los espacios, las herramientas y maquinarias a utilizar, así como las medidas de limpieza, seguridad, ventilación, mantenimiento, etc.

Todo este conjunto de variantes condicionará el diseño del taller de escultura que en el caso de trabajo con polímeros tendrá características particulares.

Como antes se ha mencionado existen dos grandes opciones a considerar:

La primera donde el escultor utiliza los polímeros de manera eventual y su obra se enfoca a la utilización de algún otro material (cera, mármol, metales, etc.) , en cuyo caso el taller adaptado para estas necesidades tendrá solo que considerar especificaciones particulares para el ocasional trabajo con plásticos.

La segunda donde el escultor utiliza los polímeros como material principal de su obra en cuyo caso el taller debe adaptarse a las condiciones particulares de este tipo de procesos y es necesario considerar el diseño de un taller especialmente planeado.

5.3.1. Parámetros de diseño a considerar en el diseño del espacio de un taller de escultura en plásticos y en la planeación del trabajo:

Cuando el escultor se aboca al trabajo con polímeros debe considerar que la planeación previa es la base del éxito como sucede con la mayoría de las tareas humanas.

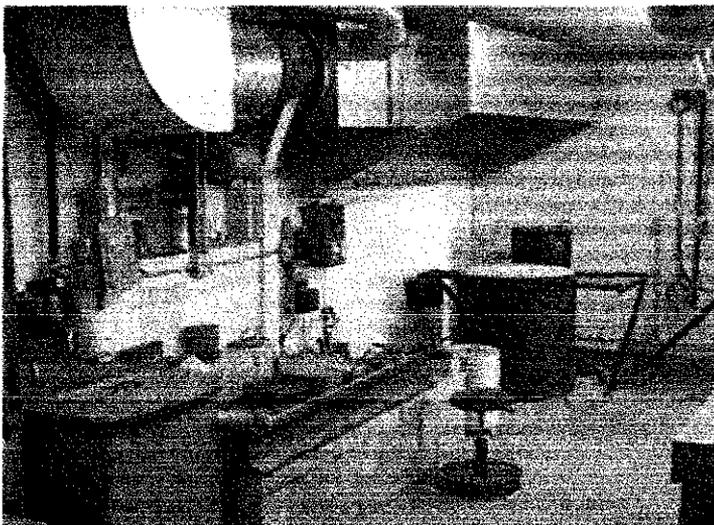


Imagen 45.- Taller de escultura para fundición mostrando los ductos de ventilación.

El trabajo con cualquier material requiere la consideración previa de varios factores pero es con los plásticos donde se reúnen un gran número de elementos para que el trabajo no se complique, resulte desagradable, muy costoso o inadecuado.

Se enumeran fundamentalmente factores de diseño del espacio del taller y entre

estos se hace referencia a varios hechos para la planeación del trabajo, elementos que deben considerarse antes, durante y después del uso de los polímeros para lograr resultados positivos:

Illuminación. Nos referiremos aquí a condiciones que requerirá un taller de escultura en general pues al utilizar polímeros no habría particularidades en cuanto a la luz para este material.

Como el taller de cualquier artista plástico un taller de escultura requiere una buena iluminación. Al referirnos a la luz varios aspectos deben ser incluidos:

Temperatura de la luz se refiere a la propiedad de color de la luz de manera que dependiendo de la fuente de luz y del ambiente (reflexiones por paredes, techos y pisos de la habitaciones, o el suelo en ambientes abiertos) el ojo percibirá los colores de acuerdo a ese balance de colores de la luz. Cuando por ejemplo un pintor pinta un retrato iluminado con luz directa del sol apreciará su modelo (rostro, vestuario, fondo, etc.) así como los colores de su paleta y los que plasme en el cuadro de manera errónea si luego los aprecia con una luz blanca normal. A no ser del momento en que se apliquen pinturas, texturas pigmentadas o pátinas pudiera pensarse que la temperatura no es un factor tan importante como en el caso del pintor, sin embargo cuando es posible siempre es mas aconsejable recurrir a tonos lumínicos neutros.

El control de la temperatura de la luz se logra controlando dos factores; por un lado el color de la fuente de luz:

Iluminación Natural. Si hablamos de fuentes de luz naturales será aconsejable optar por ventanas o ventanales orientados hacia el norte o sur pues orientaciones hacia el oriente u occidente tendrán durante el día la incidencia directa del sol que torna la temperatura de la luz hacia tonos amarillos y anaranjados.

Iluminación Artificial. Si hablamos de fuentes de luz artificiales mas que a las lámparas incandescentes, recurriríamos preferentemente a la iluminación fluorescente donde las lámparas de luz natural producen justamente temperaturas neutrales o de luz blanca, hay sin embargo lámparas incandescentes, sobretudo las de halógeno que pueden obtenerse en diversas temperaturas lumínicas con el inconveniente de un costo elevado.

El segundo parámetro controlable en el taller del escultor es el color de las paredes, piso y techo pues esto constituirían los elementos que reflejan la luz y le añaden color.

Si por ejemplo un escultor opta por un piso de duela de madera de color claro (ver precauciones mencionadas en el punto de acabados arquitectónicos) tendría un tono cálido que tal vez tendría que contrastar con paredes en colores claros y fríos para lograr un balance en la temperatura lumínica y que los colores de su obra no se aprecien alterados aunque desde el punto de vista de la decoración de interiores esta combinación pueda que no sea una propuesta armónica. Colores primarios vivos son desde luego opciones negativas al control de la temperatura de la luz y se deberá optar primordialmente por colores neutros.

Difusión lumínica. Aquí nos referimos a como la luz se difunde a través del espacio arquitectónico, cuando tenemos una fuente de luz intensa como la directa del sol iluminando por una sola ventana un cuarto de paredes oscuras tendremos un alto contraste entre las zonas de luz y de sombra de los objetos del interior de la habitación, por el contrario una luz de un día levemente nublado en un cuarto de paredes blancas, varias ventanas en diferentes orientaciones producirá contrastes suaves. A diferencia del taller del pintor donde se pretende lograr una uniforme dispersión de luz, cuando el escultor trabaja la talla o el modelado y genera la forma, es mas adecuado tener por un lado una fuente definida de luz y por el otro una con poca reflexión para apreciar el contraste en el volumen, sin embargo los contrastes muy acentuados no son tampoco adecuados a la apreciación del volumen.

Iluminación para Fotografía de esculturas. En todo taller de escultura puede considerarse un espacio para la fotografía de esculturas, modelos y maquetas. Desde luego este espacio puede planearse independiente al taller o darse el caso que las piezas escultóricas se manden fotografiar con profesionales.

Acabados arquitectónicos del taller. Nos referimos a este aspecto en este momento pues acabamos de mencionar los colores de piso techo y paredes y cabe hacer observaciones particulares sobre los materiales a utilizar en el caso particular del taller de polímeros.

El aspecto mas importante a mencionar es el relativo a los pisos, pues estos estarán sujetos a varios riesgos de agresión por diversas causas.

Solventes y catalizadores son agresivos a los pisos o sus acabados (como el caso de los barnices de las duelas). Por esto los pisos de madera del llamado parquet y la duela no son generalmente aconsejables a menos de que se cubran con laminados plásticos de poliuretano o con trozos de laminados vinílicos utilizados también como pisos en las ocasiones que se utilicen resinas.

Las losetas cerámicas son adecuadas pues su cocimiento a temperatura las hace resistentes al ataque químico y duras para el caso de que requieran ser desbastadas las resinas. Desde luego hay que optar por las losetas mas robustas y resistentes y hacer un preparado previo (lecho plano y nivelado) . Si se pretende utilizar el taller para el trabajo de piedras pesadas esta opción puede ser inadecuada.

Las losetas de piedra caliza como mármol son inadecuadas pues las resinas se les adhieren fuertemente incluso algunos productos las impregnan tal es el caso de algunos catalizadores, solventes y pinturas resultando imposibles de limpiar. Las losetas de piedras duras como el granito son adecuadas pues no presenta los inconvenientes del mármol.

Los piso de cemento pulido son adecuados pues aunque se les adhiere las resinas y son impregnables por los solventes, pinturas y catalizadores, son fáciles de limpiar (sobretudo a través del desbaste y pulido) y opcionalmente son factibles de ser resanadas y además son muy económicos como acabados.

Mayor información al respecto del cuidado de los pisos se puede encontrar al final de este capítulo.

Ventilación. El aspecto de la ventilación es particularmente importante en el caso del trabajo con polímeros pues en la preparación de los mismos se desprenden gases que pueden ser tóxicos o molestos a quien los prepara.

Un taller de escultura para polímeros debe de contar con una ventilación especial, contar con ventiladores para la extracción de los gases que se desprenden de las reacciones de gelado y catalizado de las resinas y otros procesos. Cuando los lugares susceptibles de emitir emisiones peligrosas se encuentren lejos del exterior se requerirá de ductos para la salida de estas.

Cuando el escultor no disponga de instalaciones especiales deberá optar por preparar sus resinas en espacios abiertos atendiendo a que las condiciones climáticas los permitan y tomando en cuenta que por ejemplo cuando se trabaja al rayo directo del sol este tendrá una acción catalizadora especialmente activa y se acelerará la reacción al grado de que puede haber excesivo desprendimiento de calor en la reacción de gelado con daño a moldes u originales y posibles cuarteaduras por el repentino encogimiento del gelado.

Control de temperatura y humedad. Muy en relación al punto anterior otras condiciones ambientales afectan las características del catalizado, gelado y endurecimiento de la preparación de los plásticos en general. El acondicionamiento térmico por sí mismo es importante pues para dosificaciones de catalizadores debe mantenerse una temperatura controlada.

Las resinas no gelarán correctamente en ambientes demasiado húmedos y por el contrario en ambientes secos y de temperatura elevada el gelado puede ser demasiado rápido, especialmente cuando esto se conjuga con la exposición a los rayos solares que se menciona anteriormente.

Control de pureza del aire. El trabajo en plásticos implica a menudo el constante desbastado de material y el consecuente desprendimiento de polvos, es muy aconsejable contar en un taller escultórico con filtros de aire para la purificación del ambiente y protección de las vías respiratorias, incluso aquellos que hacen pasar el aire por carbón activo, reducen considerablemente la presencia de olores desagradables y sustancias tóxicas en el ambiente, además los polvos flotantes pueden acabar adheridos a los acabados de las esculturas.

Filtraje del aire. Los tres aspectos recién mencionados nos indican la conveniencia del control del aire del taller a través de medios mecánicos, es decir la utilización de filtros de aire. Tanto en el caso de que se utilicen medios que extraigan el aire del interior del taller (y el consecuente cuidado que se tenga con el ambiente) o cuando se proceda a reciclar el aire del interior debe considerarse que estos volúmenes de aire deben ser sujetos a filtrados que extraigan sustancias contaminantes o humedad. existen compuestos químicos como el carbón activo que retiran gases tóxicos y varios mas que retiran del aire la humedad.

5.3.2. Diseño de espacios.

El diseño de un espacio de trabajo para la escultura en plásticos requerirá el trabajo interdisciplinario de arquitectos, iluminadores, etc.

Áreas de actividades. El escultor deberá prever las diversas actividades que realizará en el taller y los requisitos funcionales que deberán proveerse para la realización de las mismas. A continuación mencionamos algunos:

Preparación de resinas (buena ventilación, control ambiental, etc.)

Aplicación de acabados (ventilación, acceso a trapos para limpieza, etc.)

Trabajo de piezas que deben fijarse firmemente para el tallado y desbaste (buena iluminación, acceso a herramientas, mesas de trabajo, uso de prensas de fijación, etc.).

Modelado (uso de bancos o tablas giratorias, buena iluminación, etc.).

Áreas de gelado y catalizado. Cuando un taller tenga una producción de piezas de plástico considerable tal vez sea necesario considerar áreas de gelado con aplicación de luz ultravioleta¹².

Áreas de acceso y circulación. El escultor deberá considerar la libre circulación tanto de él como eventualmente la de otros operarios así como el traslado y desplazamiento de las piezas escultóricas. Muchas ocasiones las esculturas se arman y crecen en el interior del taller y debe preverse cuando el escultor planea enfrentar el trabajo monumental las dimensiones de los accesos.

Áreas de servicio. Por estas áreas no referimos a los baños y las áreas para el almacenaje de los utensilios de limpieza. Los baños además de utilizarse para las funciones fisiológicas deberá considerarse un lavabo especial amplio con estructura y escurridores de lámina de acero para el apoyo de las actividades del taller (lavado de piezas y herramental, etc.). Así mismo deberá contar con regaderas por seguridad como adelante se explica.

Almacén de maquinaria y herramental. Tener el variado herramental necesario bien clasificado y ordenado facilita mucho el trabajo en el taller de escultura. Tal ordenamiento impacta también en la seguridad del usuario y el cuidado del instrumental.

Almacenaje de materiales, resinas, catalizadores y solventes. Los polímeros requieren por lo general de ser almacenados en lugares libres de excesiva humedad por lo general a temperatura ambiente (de 12 a 22 °C, siendo los rangos bajos mejores para su conservación). Es importante que estén protegidos de la incidencia de la luz directa del sol.

El acceso al taller de niños debe ser controlado y en el caso que se dé, todo compuesto debe mantenerse fuera de su alcance de preferencia en anaqueles cerrados con llave.

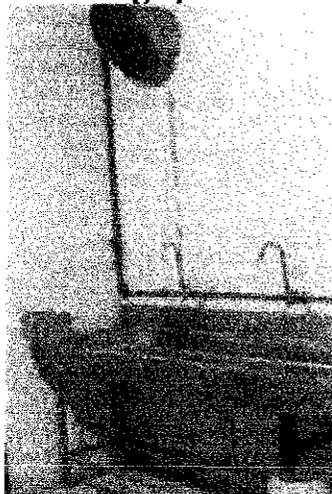
5.3.3. Medidas de seguridad.

Señalización y marcado de botes. Todo recipiente que contenga un compuesto en el taller debe tener un rótulo explicativo del contenido. Algunas cargas y en especial muchos catalizadores son muy peligrosos en el caso de su ingestión accidental. Es necesario también anotar en los recipientes la fecha de adquisición pues se debe dar la prioridad de utilización a todos aquellos adquiridos con anterioridad dado que muchas resinas gelan solas aun sin la aplicación de catalizadores y en muchos casos sus propiedades se pueden deteriorar con el tiempo.

Extintores. Aunque por lo general la mayoría de las resinas actuales no son muy inflamables muchos solventes si lo son y debe mantenerse la precaución de tener a la

¹² La luz ultravioleta se provee en estos casos por lámparas del tipo fluorescente que manejan este rango específico de luz con el propósito de acelerar las reacciones de las resinas poliéster y epóica. Es muy importante considerar que dicha luz es muy dañina para la retina del ojo por lo que la exposición a tales fuentes lumínicas se hará en lugares especiales retirándose el usuario mientras las piezas se exponen a este proceso.

mano extintores visibles y bien señalizados. Así mismo el escultor debe conocer su modo de utilización y las fechas en que se les debe de dar mantenimiento o sustitución de su carga pues de muchos fenece a cierto tiempo.



Duchas y lavabos. Ante el peligro del eventual derramamiento en la piel o ropa o salpicadura en los ojos de catalizadores, resinas o solventes peligrosos se debe recurrir de inmediato según sea el caso a enjuagarse abundantemente con agua corriente.

Botiquín. Todo taller de escultura debe incluir un bien dotado botiquín, su contenido debe contener los remedios para las eventualidades típicas.

En el taller o lugar de trabajo del escultor trabaje con polímeros, con otras sustancias o maquinarias peligrosas deberá haber siempre un botiquín dotado con

1. Agua oxigenada
2. Alcohol uso externo
3. Alfileres de gancho (2 o 3).
4. Algodón hidrófilo
5. Carbón Activado ingerible para intoxicaciones.
6. Compresas (son gasas grandes y gruesas).
7. Copa lavaojos y perita de goma.
8. "Curitas" (o similares, de diversas formas y tamaños).
9. Gasa esterilizada, (usualmente en cantidad, ya que cuando es necesaria, generalmente nunca alcanza). Conviene tener de diversos tamaños, (y sino de 15 x 15 cm., y se recorta con la tijera).
10. Gasa furacinada (para ruptura de la piel por quemadura o traumatismo, una caja o sobres).
11. Guantes de látex (2 pares).
12. Jeringas para inyección intramuscular o intravenosa (2).
13. Pinza de depilar. Pinzas para remover agujas o clavos de la piel.
14. Rollos de tela adhesiva, (con las mismas recomendaciones que para la gasa).
15. Solución fisiológica (enjuague ocular, lavado, rehidratación).
16. Tablillas de varias medidas para fracturas (baja-lenguas y otras).
17. Termómetro.
18. Tijera de punta roma.
19. Vendas varias (de 3 o 5m x 5cm, de 3 o 5m x 10cm, varios rollos).
20. Jabón antiséptico.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Así mismo el botiquín deberá contener diversos medicamentos como Antialérgicos, Antidiarreicos, Antiespasmódicos, Antihistamínicos, Antiinflamatorios, Antisépticos con Yodo, Antitérmicos ("Paracetamol), Aspirina, Anticinetósicos (contra el mareo), Gotas oculares descongestivas, Gotas óticas descongestivas,

Este botiquín deberá guardarse en un sitio seco, fuera del alcance de los niños.

No debe guardarse bajo llave.

No debe ubicarse en el baño, ya que se producen variaciones de temperatura y concentraciones de vapor (humedad) que pueden alterar la composición, actividad y caducidad de algunos medicamentos.

Así mismo este lugar deberá tener fácil acceso a agua corriente en el caso de una eventual derrama de sustancias agresivas en la ropa, la piel, los ojos, etc.

Debe comprobarse periódicamente la fecha de caducidad que figura en los envases de todos los productos farmacéuticos, ya que muchos tienen vigencia corta.

Puede ser importante guardar en su botiquín un libro de primeros auxilios, que puede refrescarle la memoria al enfrentarse con determinados accidentes.

Además, deberá tener anotados algunos teléfonos de urgencia, así como el teléfono del servicio de información toxicológica.

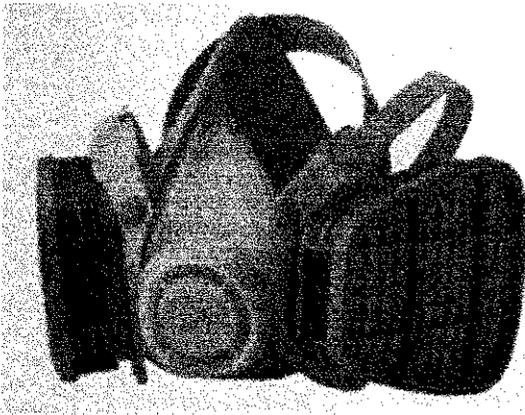
Vendas para eventuales torceduras.

Bandas adhesivas y desinfectantes locales para posibles cortadas, magulladuras o raspones.

Medicamentos para la eventual intoxicación. Los llamados medicamentos bloqueadores de las reacciones de algunos órganos y por otro lado los medicamentos neutralizadores del efecto tóxico en el estómago (Avapena en tabletas o inyecciones). El bicarbonato de calcio, la leche y las clara o yemas de huevo son también neutralizadores de efectos tóxicos estos dos últimos deberán conservarse en refrigeradores.

En caso de una ingestión accidental lo mas recomendable es tener a la mano el teléfono de algún servicio de emergencia. En México la compañía Teléfonos de México a través de Locatel proporciona información de primeros auxilios sobre tales ingestiones al teléfono 56-58-11-11. En su defecto deberá uno investigar el de un medico con experiencia en estos casos y tenerlos a la mano.

En todo caso es obvio decir que se debe recurrir al médico inmediatamente en el caso de cualquier ingestión accidental y según la gravedad del caso de cortadas, salpicaduras en los ojos u otro accidente concurrir a los servicios de urgencia del hospital mas cercano.



Mascarillas. La protección para las vías respiratorias se da tanto para los polvos que se desprenden del lijado o desbastado como de los gases. Existen diversos tipos de mascarillas y mascararas antigás pero para el trabajo con polímeros son suficientes las mas sencillas que bloquean el polvo y para evitar los olores característicos de algunos preparados se puede optar por las que contienen una cápsula con carbón activado.

Tapones para los oídos. Como muy comúnmente se recurre al pulido de los materiales con maquinaria de motor es indispensable hacerlo con la protección a niveles altos de ruido (por arriba de los 60 decibeles). Existen los tapones que se introducen en el canal del oído y los auriculares que cubren toda la oreja.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Delantales. La utilización de delantales tiene dos propósitos por un lado la protección de la ropa a salpicaduras accidentales de resinas o pigmentos y segundo y mas importante la seguridad, cuando se trabaja con herramienta de alta velocidad como los mototools y las esmeriladoras puede suceder que fragmentos del material se desprendan y penetren la ropa hiriendo incluso al escultor, mas peligroso aun si las herramientas de desbaste se rompan y trozos del disco puedan provocar serios daños.

Anteojos, goggles y caretas protectores. Invariablemente cuando se trabaja material que se desprende como cuando se talla o desbastan resinas es importantísimo el uso de anteojos o goggles protectores no solo por partículas que puedan herir al ojo sino también por el molesto polvo.

Cascos. Cuando se realizan proyectos monumentales sobretudo cuando se trabaja en obras arquitectónicas en proceso de construcción. En estas circunstancias por el trabajo propio o el de otros es muy común accidentes graves donde caen objetos pesados.



Guantes. Para la protección de las manos ante la acción química de algunas resinas como la poliéster o por la acción tóxica de catalizadores y otras resinas como las epóxicas es necesario la utilización de guantes que pueden ser de polietileno o flexibles de látex. Guantes grueso de lona o de piel son necesario para cargar y manipular materiales cortantes (estructuras metálicas, rocas con aristas cortantes, etc.).

Recomendaciones adicionales.

Alergias. Muchas personas pueden desarrollar diversos grados de alergia a las resinas o los productos asociados con el trabajo con polímeros. Algunos de estos productos como la fibra de vidrio pueden producir molestias a cualquier persona. Un especial cuidado se debe tener para que estos productos no permanezcan en contacto con la persona una vez que se haya terminado el trabajo.

Una alergia real por lo general se manifiesta con enrojecimiento que generalmente empieza manifestándose en los codos, muñecas y otras articulaciones en ocasiones aparecen zonas enrojecidas o granos. Ante una real alergia no queda mas que recurrir al especialista, ver si un tratamiento puede revertir la reacción y en caso negativo abandonar el uso de esos productos.

Sin embargo en la mayoría de los casos la excesiva sensibilidad se da por que las primeras veces que se trabaja con estos productos, no se toma ninguna o muy pocas precauciones. Un caso típico es el que se presenta al trabajar la resina poliéster reforzada con fibra de vidrio, se aplica sin guantes protectores y sin la planeación adecuada de haber cortado los trozos de fibra con anterioridad, entonces el trabajo se convierte en un batidero donde los trozos de fibra se empiezan a pegar por todo el cuerpo y desde luego las molestias posteriores son considerables. A menudo se procede a la difícil limpieza de la piel ya efectuado el catalizado de la resina mediante la aplicación de solventes agresivos. En estas condiciones es difícil que la persona no desarrolle una sensibilidad y adquiera prejuicios contra estos materiales.

Sin embargo personas de particular sensibilidad deberán aislarse lo mas posible utilizando ropa de poliuretano como la utilizada contra la lluvia.

Protección de la piel. La utilización de cremas a base de vaselina y otros compuestos grasos es una medida aconsejable cuando se trabaja con resinas. Hay que extender la crema por manos y brazos.

Limpieza corporal. No siempre es posible protegerse totalmente de las molesta resinas como se mencionó ya terminado el trabajo todo producto adherido al cuerpo o a la ropa debe retirarse. Para las manos hay una crema especial para el trabajo con polímero que contiene vaselina y limpia sin provocar irritaciones. Dado que es un poco difícil de obtener pues de producción extranjera a menudo en nuestro país se utilizan solventes que suelen irritar la piel. Es preferible tratar primero con jabones neutros,

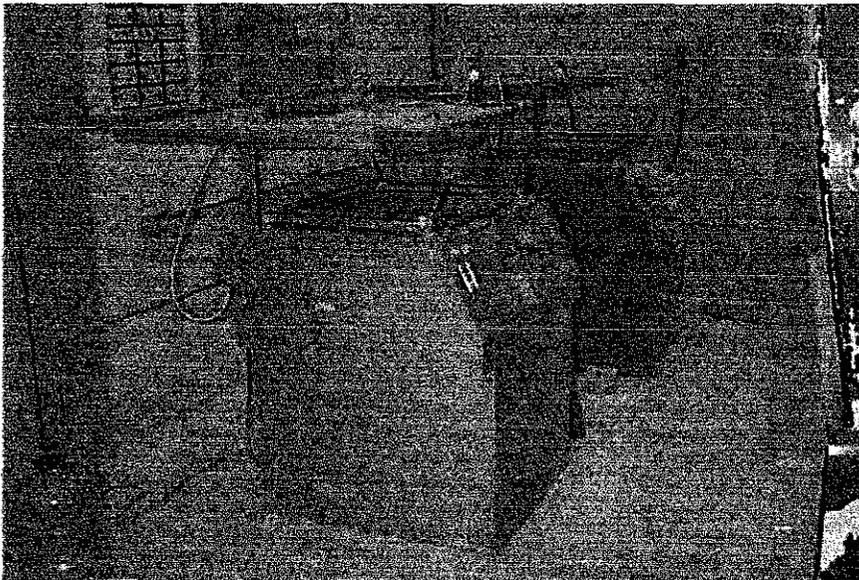
luego con detergentes y solo los residuos restantes removerlos con acetona que es menos agresiva a la piel que el thinner y nunca con monómero de estireno agente muy irritante aunque solvente de la resina poliéster. También es importante considerar que toda resina no gelada es mas fácil de retirar que la ya catalizada y así evitar lo mas posible la acción irritante de los solventes. Conviene por tanto tener a la mano abundante estopa limpia para limpiar manos y brazos apenas se haya producido la mancha.

Limpieza del herramental y del taller. Sobre la misma linea de razonamiento debemos prever la limpieza de las herramientas pues el proceso de endurecido es relativamente rápido.

5.3.4. Maquinaria del taller.

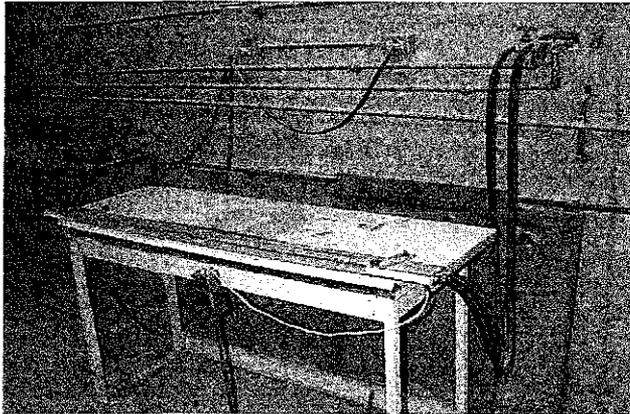
Las máquinas involucradas en el trabajo de plásticos son diversas y es necesario hacer una distinción entre aquellas utilizadas para los altos niveles de producción seriada y aquellas utilizables para pequeños talleres y las maquinas a continuación mencionadas son desde luego referidas a este ámbito de pequeña producción.

Maquinas de inyección. Son maquinas para la producción de pequeñas producciones de piezas inyectada, dado que su utilización requiere de moldes metálicos la posibilidad de ser utilizadas por el escultor de manera practica se reduce mucho. Para el caso de que el escultor requiera de medianas o grandes producciones generalmente es mas aconsejable recurrir a talleres especializados.



Termoformadoras. Son maquinas que primero calientan un laminado plástico mediante resistencias eléctricas y extendido en un bastidor para que cuando el laminado se distiende el bastidor baja hasta un molde colocado sobre una parrilla conectada a una bomba de vacío para que con la ayuda de la succión el laminado se adhiere al molde para luego enfriarse, endurecerse tras lo cual

se puede retirar la pieza del molde. Se trata de maquinaria costosa y que requiere cierto mantenimiento pero de gran utilidad para el trabajo en plásticos y muy versátil para la elaboración de infinidad de piezas de distintas formas y texturas.



Termodobladoras. Son maquinas simples consistentes en una resistencia eléctrica colocada generalmente a lo largo de una ranura recta para el doblado de diversos laminados plásticos, sobretodo acrílico.

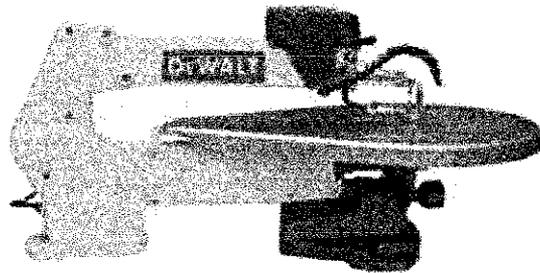


Sierras circulares de disco. Son maquinas para cortes rectos que pueden presentarse en varias alternativas.

Sierras circulares de mesa. Aquí el disco sobresale de una mesa metálica y con la ayuda de rieles habilita cortes rectos.

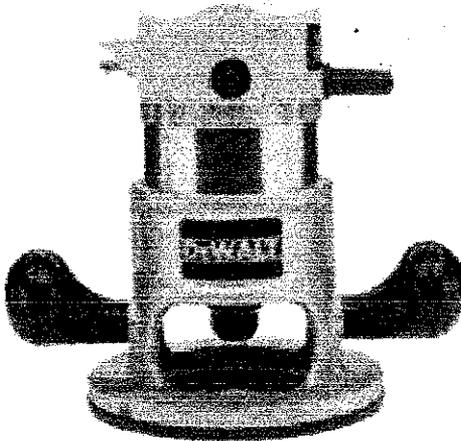
Sierras radiales. Aquí el disco y el motor se monta sobre un riel montado a su vez en una bisagra la pieza a cortar se mantiene fija en una mesa ubicada en la parte inferior. El riel o brazo donde esta montado el motor con la sierra puede girar a partir de un eje para hacer cortes en ángulo (de ahí su nombre de radial).

Sierras caladoras. Son maquinas para el corte de materiales laminados o placas que habilitan cortes rectos con la ayuda de rieles guías o curvos. Se utilizan tanto para laminados plásticos como para chapas y laminados de madera. Existen modelos también para laminas metálicas.



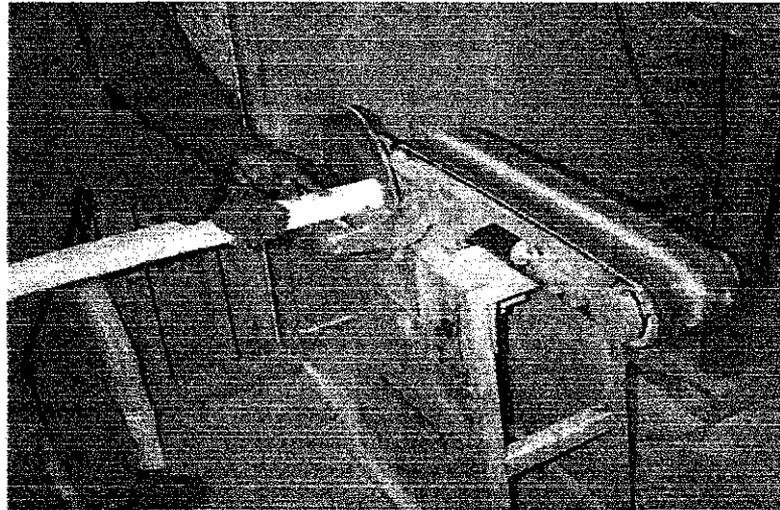
Sierras caladoras de arco. Aquí la sierra o segueta va montada sobre un arco que oscila para realizar el corte. Algunos modelos pueden utilizar seguetas muy finas habilitando cortes muy intrincados de los materiales laminados.

Sierras caladoras de banda o sierras cintas. Es una banda o cinta de corte que va montada sobre dos poleas y permite un corte en un solo sentido continuo. Generalmente el ancho de la banda es mayor que las sierras caladoras de arco por lo que no se pueden hacer cortes en curvas muy cerradas, sin embargo debido a la mayor eficiencia y potencia de la máquina se avanza mas rápido y se pueden cortar espesores mayoreo de material.



Reuter. Se trata de una herramienta de corte giratorio de alta velocidad similar a una fresa de corte para trabajo en madera o polímeros. Se utiliza para hacer ranuras rectas o de trazo libre. Su uso en talleres de escultura aunque no es indispensable si conveniente.

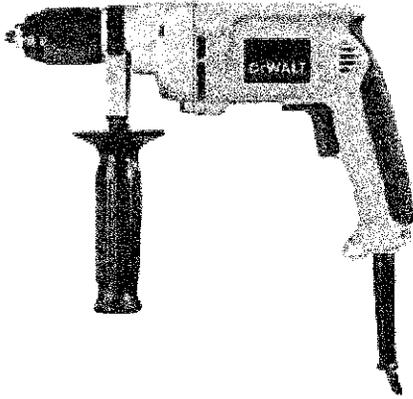
Lijadoras de mesa. Las máquinas lijadoras a diferencia de las herramientas portátiles para lijar son aparatos fijos con motores potentes de 1/2 de H.P. o mas que mediante lijas sujetas a discos, o bien bandas de lija (en algunos casos las lijadoras tienen ambos sistemas) permiten el rápido lijado teniendo la ventaja de que por su fijación se puede avanzar rápidamente, cuando las bandas están apoyadas a placas metálicas planas se puede lijar en superficies planas o aprovechar las curvas de los cilindros.



Son máquinas muy recomendables para el trabajo en plástico y alternativamente para madera.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.3.5. Maquinas, Herramientas de mano y utensilios desechables del taller.-

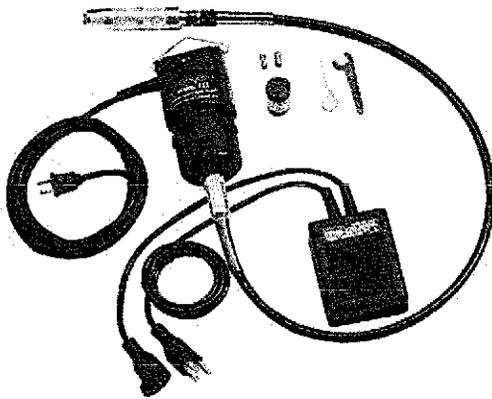


Taladros. Los taladros manuales son herramientas de gran uso no solo para hacer orificios sino también son excelentes para pulir y desbastar los polímeros con la ayuda de lijas montadas sobre discos de hule flexibles que se adaptan como una broca.

Cuando el taladro se usa para desbastar y pulir es conveniente utilizar los modelos de velocidad variable (que además tienen un seguro en el gatillo para mantener el taladro encendido) y estar al pendiente de substituir los carbonos del motor pues en este tipo de uso los desgasta pronto.

Para perforación de materiales plásticos, las brocas utilizadas para madera y metales son las

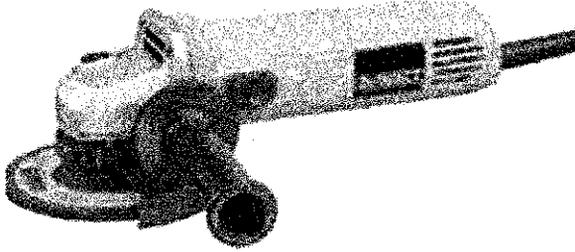
adecuadas.



Mototools.- Existen varios tipos disponibles. Generalmente son herramientas de alto número de revoluciones. Es muy aconsejable adquirir los de velocidad graduable, así mismo para trabajo continuo se aconseja aquellos que tienen una chicote flexible giratorio al que se le fijan las herramientas pues de otra manera es necesario cargar el motor todo el tiempo y este se calienta y es pesado.

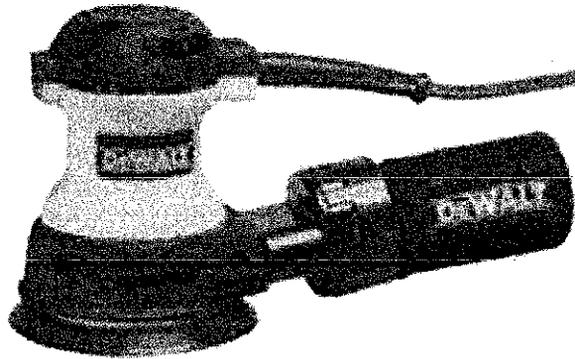


Rectificadoras.- Son herramientas rotatorias similares a los mototools pero de mayor potencia. Con fresas adecuadas de carburo de tungsteno son excelentes par el desbaste de todo tipo de polímeros.



Esmeriladoras de mano.- Estas herramientas son excelentes para el trabajo rápido incluso cuando se trata del desbaste de materiales duros pues dependiendo del disco que se le monte hasta los materiales mas duros como el granito son factibles de desbastarse (con discos de diamante).

A las esmeriladoras se les puede adaptar también discos semiflexibles sobre los que se fijan lijas de diferentes graduaciones.

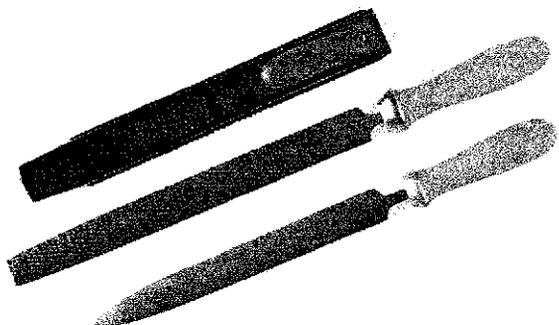


Lijadoras orbitales y giratorias.- Herramientas de gran utilidad para dar acabado a los plásticos. Las lijadoras orbitales son motores conectados a un dispositivo excéntrico que habilitan un lijado fino que no deja un rayado en una dirección particular a diferencia de las lijadoras giratorias que rotan habilitando un desbaste mas rápido pero dejando rayado el material.

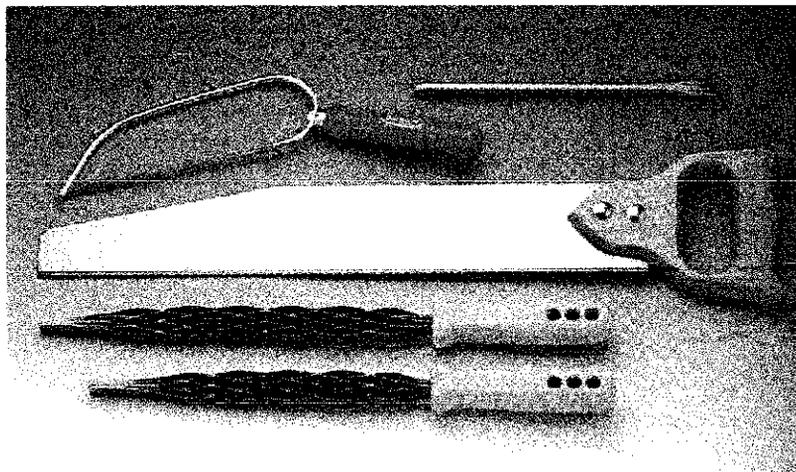
Al utilizar todas estas herramientas sobretodo es necesario usar siempre delantales de carnaza y caretas protectores pues la velocidad con que se desprenden los fragmentos es grande y existe el riesgo de que las herramientas de corte o desbaste se rompan y puedan herir al usuario.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Herramientas de mano.-



Limas y limatones.- Estas herramientas básicas para el trabajo escultórico por lo general detallan el proceso de pulido que muchas veces se inicia con maquinaria eléctrica y continua con el desbastado mas detallado con lijas y el pulido con lijas finas y pastas de pulir o aplicadas con textiles.



Serrote y segueta. Para el corte de laminados o polímeros reforzados existen en el mercado gran diversidad de modelos, un poco difícil de encontrar son los especiales para el corte de polímeros. Las seguetas de hoja ancha son para cortes rectos y modelos mas cortos se usan con segueta de hoja angosta para el calado.

Cuchillos.- Para el trabajo particular del tallado de los espumados son herramientas muy útiles si bien debe tenerse particular precaución en su uso.



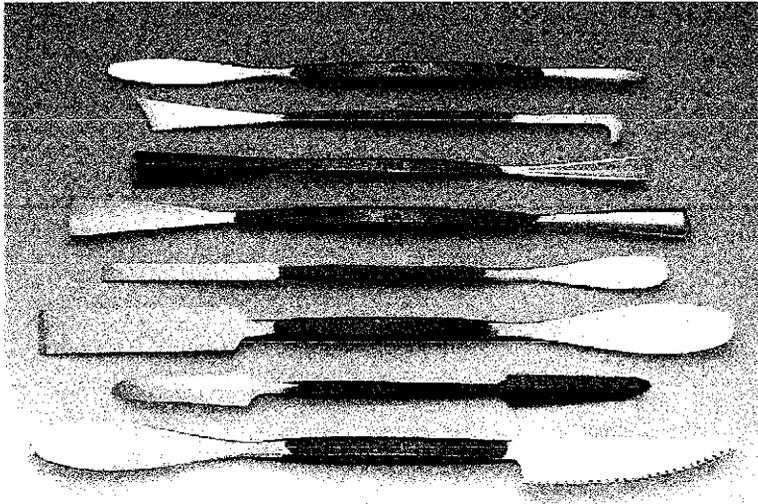
Cuters y cortadores. Los cuters o cortadores de navajas recortables, los X-actos de navajas fijas y los cortadores de navaja rotatoria son elementos muy usados en diversas funciones del taller. Cortadores similares a los usados en la talla de madera se utilizan para cortar exceso de resinas semigeladas con refuerzo de fibra de vidrio.

Barras mezcladoras. Para mezclar resinas de dos componentes, para homogeneizar una carga en la resina o con solventes diluirla se utilizan barras de madera, plástico o cartón cuando se hace un mezclado manual o bien cuando son

cantidades mayores o se requiere un batido especial se puede optar barras con pequeñas aspas y con la ayuda de taladros hacer el batido rotatorio. Tal es el caso de las resinas para el espumado de poliestireno rígido.

Brochas y pinceles. Para la aplicación de la resina poliéster sobre la fibra de vidrio y los diversos acabados.

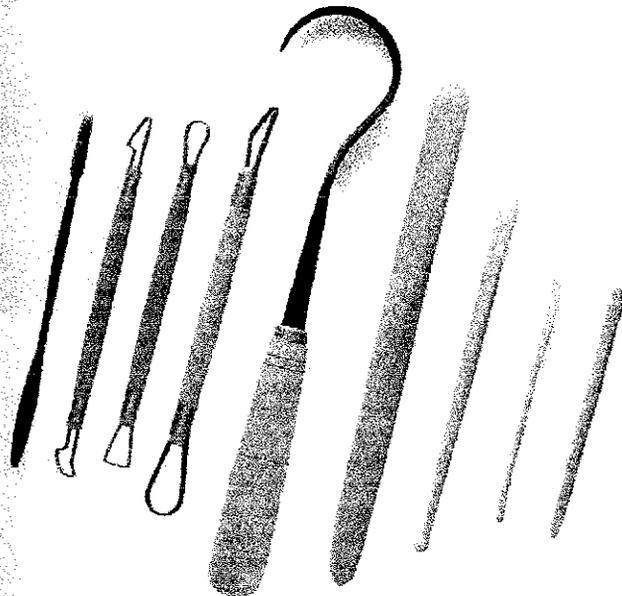
Espátulas de mango, cuñas metálicas y plásticas. La función de este grupo de espátulas es diversa; las de mango rígido son mas adecuadas para retirar excesos de resina semigelada o incluso endurecida, las cunas metálicas tienen tanto la función tanto de retirar excesos de resina espesada con carga (pasta de poliéster) como aplicarla sobre superficies planas. Las cuñas flexibles de plástico son mas adecuadas para aplicar resina sobre superficies curvas y resanar.



de madera (aplicación de aceites para restaurar la acción resecante de los solventes).

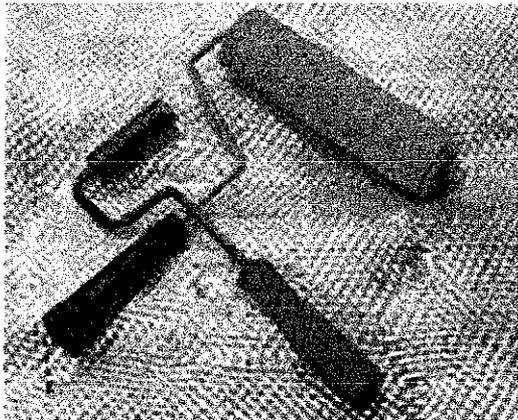
Estiques. Para el modelado de plastilinas epóxicas o para la aplicación y modelado de plásteres los estiques son herramientas indispensables en el taller del escultor.

Dada la acción agresiva de los polimeros deberá optarse por los estiques metálicos o mantener cuidado especial de limpieza y mantenimiento de los estiques



Trapos y estopas. Fundamentales para el trabajo controlado con resinas deben tenerse en cantidades suficientes para estar limpiando las herramientas, los excesos de resina en las superficies trabajadas y las manos y cuerpo del escultor. Coordinadamente con el uso de solventes habilitan y facilitan el trabajo con resinas.

Recipientes para solventes y resinas. Nunca deben escatimarse durante la preparación de polímeros la presencia de recipientes tanto aquellos contenedores de resinas como los de boca ancha para el enjugado de brochas y barras mezcladoras y otras herramientas. Incluso es conveniente tener dos con solventes uno para evitar que las herramientas gelen y otro para tras perder estas la mayor cantidad de resina enjuagar para su reutilización durante el proceso.



Rodillos metálicos para la aplicación de fibra de vidrio. Son herramientas especiales para este propósito, consistentes en rodillos giratorios de diferentes formas (cilindros rectos o convexos ranurados) que sirven como la brocha para que la fibra de vidrio se impregne de resina. Es muy importante mantener estos rodillos limpios pues gelada la resina es muy difícil limpiarlos.

Dosificadores y balanzas para medida de catalizadores. Aunque con el trabajo constante se desarrolla un conocimiento que permite calcular por goteo las cantidades necesarias de catalizador es muy conveniente tener a la mano dosificadores de catalizadores, así mismo es muy conveniente tener a la mano una calculadora de mano para estimar los porcentajes. En el caso particular de los catalizadores de resinas de silicón



es particularmente delicada la dosificación por lo que se hace importante el disponer de balanzas de precisión capaces de registrar gramos o fracciones de ellos.

5.3.6. Protección y limpieza del herramental y del taller.

Durante la utilización de las diversas herramientas estas pueden impregnarse de resinas en diversos estados. Limas y limatones se pueden impregnar de resina gelada, las brochas y rodillos en particular como son utilizadas con resinas en proceso de gelada son particularmente susceptibles a que por olvido no se limpien y la resina endurecida las inhabilita a ser usadas de nuevo, cuando se producen salpicaduras

accidentales sobre el herramental una vez gelada es muy difícil de limpiar y en ocasiones pueden estas gotas producir daños a la maquinaria.

Los solventes de las resinas son los medios mas adecuados para la limpieza del herramental y el taller. Debe optarse preferentemente por los solventes menos agresivos para el usuario y el ambiente. En general es mas conveniente utilizar acetona que thinner y evitar el monómero de estireno (para el caso de la resina poliéster). Solventes menos agresivos al organismo y al ambiente empiezan a aparecer en el mercado.

El momento de limpiar el herramental en el taller es antes de empezar el gelado o cuando las resinas aun no han endurecido, es decir que hay un momento en que la resina se encuentra semi dura y aun no se ha adherido a los objetos, entonces se puede retirar fácilmente y recolectar como gotas o pequeños charcos gelatinosos que endurecerán luego.

Las brochas y pinceles deben limpiarse cuando la resina aun no ha empezado a endurecer, se debe tener un recipiente con solvente donde se procederá a retirar la mayor parte de la resina agitándolos en el solvente, luego se secan y retira la mayor resina posible para luego volver a enjuagar en otro recipiente con solvente limpio, finalmente se enjugan en agua para luego secarse con trapos limpios y guardarse para su utilización posterior.

Con respecto al cuidado de pisos y superficies de trabajo podemos decir que aun para aquellos escultores meticuloso en su trabajo es difícil evitar que por ejemplo cuando se aplican resinas plásticas estas o sus solventes goteen en el piso, las resinas aún líquidas son fáciles de retirar con un trapo limpio o con estopa pero una vez catalizadas se adhieren con gran fuerza a la mayoría de los materiales y solo con espátulas metálicas y mucho trabajo es posible en ocasiones desprenderlas o con abrasivos desbustarlas la resina semi gelada es en ocasiones fácil de retirar como se acaba de mencionar pero lo mas adecuado es colocar folios de polietileno (mismo material que las bolsas conocidas como de plástico) o papel periódico, aunque este en ocasiones no es suficiente pues se puede impregnar y adherir al piso si se permite el gelado de las resinas.

Capítulo 6.-

Técnicas de definición formal, generación de texturas, pinturas y acabados en plásticos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

“Falda de Agua”
de Alberto Cervantes
Baqué
Cera en proceso de
elaboración 2002.





TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6. Técnicas de definición formal, generación de texturas, pinturas y acabados en plásticos.

Como se ha mencionado con anterioridad las clasificaciones clásicas de polímeros desde la perspectiva química no se ajustan al tipo de trabajo escultórico, así pues a continuación describimos tres apartados principales por medio de los cuales el material se añade a la escultura (técnicas aditivas), se retira de la escultura (técnicas reductivas o substractivas) y la combinación de ambas. Este enfoque abarca la definición general de la forma, la definición de la háptica (cualidad formal exterior o textura) y la aplicación de pinturas, barnices y acabados.

6.1. Técnicas aditivas:

Como arriba se enuncia las técnicas aditivas comprenden los procesos para dar forma añadiendo material. De esta forma el material plástico que aplica de diferentes maneras para integrarse como parte de la escultura. Para el caso de los polímeros no siempre estos procesos aditivos son los exclusivos para determinar la forma definitiva de la escultura sin se complementan con los procesos substractivos que se tratan en el siguiente capítulo.

6.1.1. Moldeo con adición de capas reforzadas Resina Poliéster y Fibra de Vidrio.

En este punto cabe hacer una anotación sobre los polímeros incluidos en este proceso de moldeo pues hablaremos de un grupo de plásticos que es tal vez los actualmente mas utilizados en el trabajo escultórico. Nos referimos a los plásticos reforzados.

Los plásticos reforzados entran en la clasificación de los materiales combinados es decir en la amplia gama de materiales que se asocian para conjugar diversas propiedades de materiales aislados en un solo equipo. Es importante destacar que los plásticos reforzados incrementan muchísimo sus propiedades al combinar con otros materiales (fibras y cargas principalmente).

De manera similar a como el concreto, base principal de la construcción moderna, conjuga la resistencia del acero a los esfuerzos de tensión con la del cemento a los de compresión, siendo que los materiales solos no lograrían por si mismo lo que juntos pueden resistir.

*"El plástico a base de resina poliéster, con refuerzo de fibra de vidrio, mejora su resistencia a la flexión hasta un 100% y su resistencia al impacto alcanza el asombroso porcentaje de un 3 000%. La resina epóxica-reforzada- sobrepasa los valores del acero común !"*¹³

Trabajo con polímeros reforzados. Resina Poliéster reforzada con fibra de vidrio.

¹³ Ref. Bibl. N° 28, pag. 25

Tal vez el polímero más utilizado en la industria, el arte y la artesanía es la resina poliéster en combinación con la fibra de vidrio.

Este material reforzado presenta innumerables ventajas tanto por su enorme resistencia como su bajo costo y facilidad de preparación. Como técnica aditiva tiene la característica de que por lo general forma una piel exterior de la escultura que se ancla a una estructura o un núcleo funcionando de manera similar a la carrocería de un automóvil. El material reforzado puede ser aplicado sobre un molde (una vez endurecido en ocasiones se fija a una estructura), puede ser también aplicado sobre un núcleo que queda en el interior de la escultura (como el caso de los núcleos de espuma de poliuretano rígido de los cuales se habla en el punto 6.2.1.3.) o bien sobre una malla. Estos procesos son las principales posibilidades dado que hay que pensar que hablamos de resinas líquidas que endurecen tras un proceso de gelado.

Plásticos Reforzados son aquellos polímeros, termoplásticos o termofijos, en los cuales y durante el proceso de formación o moldeo se emplea algún material de refuerzo que mejora las características mecánicas del producto. Este refuerzo puede ser algún material fibroso como las poliamidas. (nylon), el sisal, yute, henequén, rayón etc. pero el más empleado es la fibra de vidrio.

Fabricación de Resinas Poliéster

"Los principales componentes de la resina poliéster son; el ácido standard (ej. anhídrido ftálico) el glicol o alcohol polifuncional (ej. glicol propilénico) y el ácido no saturado (ej. ácido fumárico). Para su producción estos elementos se cargan en un reactor, semejante a una gigantesca autoclave que está provista de varios elementos; un agitador, un condensador, líneas para gas inerte y muestreo, un medio de calentamiento (fuego directo, vapor de agua o líquidos transmisores de calor) etc. así como un tanque de dilución o ajuste. Este equipo, se fabrica generalmente con acero inoxidable debido a las características de este material, de poseer buena resistencia química, no impartir color al producto y tener buena transmisión de color.

Las materias primas ya en el reactor, se calientan a temperaturas que varían de 160 a 230°C durante varias horas, hasta obtener las características deseadas de viscosidad y número ácido"¹⁴

Al llegar a este punto, la mezcla de materiales reaccionados (conocida como alquidal o no volátil) se enfría rápidamente y se descarga al tanque de dilución en donde previamente se ha cargado el monómero por emplearse, así como los inhibidores. La descarga del alquidal se hace de tal forma que la temperatura de la mezcla con monómero no sea mayor de 60°C, en caso contrario todo el producto polimerizar rápidamente, impidiendo su aprovechamiento. En este tanque de dilución se ajustan las características de sólidos o no volátiles y tiempos de gelado, quedando el producto listo para ser envasado y enviado al consumidor."¹⁵

¹⁴ Ref. Bibl. N° 28, pag. 24

¹⁵ Ref. Bibl. N° 28, pag. 26

Las resinas poliéster de uso general, tienen excelentes características de resistencia química a ciertos reactivos como ácido acético, alcohol etílico, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico en bajas concentraciones, formaldehído, etc.

Con este tipo de resinas se obtienen una buena formulación con una excelente resistencia a productos químicos industriales, aunque en algunos casos la resistencia química y física se encuentra satisfecha por la resina y no por el refuerzo tradicional (fibra de vidrio) por lo que en ocasiones es necesario recurrir a otros refuerzos como polietileno, polipropileno, nylon, etc.

Tipos de resinas Poliéster (resumen de Ref. Bibl. N° 15)

Los fabricantes de resinas sintéticas ofrecen guías de los productos por ellos manufacturados, y para lograr una recomendación más específica es necesario proporcionar al fabricante o distribuidor datos como: la eventual exposición a exteriores, resistencia a temperatura, etc.

A continuación y en base a sus propiedades, se encuentra una breve clasificación de Resinas Poliéster:

Resina de uso General. Se conoce también como Ortoftálica y es las de mayor aplicación con material de refuerzo. Pueden emplearse por procesos a temperatura ambiente (Picado, aspersion, etc.) y en muchas ocasiones contienen absorbedores U. V. (estabilizadas a la luz).

Resina para Resistencia Química. Denominadas como Isoftálicas y Bisfenólicas. Se incluye en este grupo a los Esteres Vinílicos.

Resinas Autoextinguibles (Retardantes al fuego). Aquellas que han sido específicamente formuladas con este fin.

Resinas para Encapsulado. Sus principales características son buen color, baja temperatura durante la reacción de gelado y poco encogimiento.

Resinas para Procesos a Temperatura. Pueden ser tipo Orto o Isoftálico, en algunos casos se emplean Esteres Vinílicos. No entramos en detalles por ser muy remota su aplicación en escultura.

Resinas Flexibles. Mejor definidas como "resilentes" se emplean para modificar las características mecánicas de las anteriores (resistencia, impacto, tensión, etc.). Son Orto e Isoftálicas y pueden ser aplicables a la elaboración de moldes. Cuando por ejemplo preparados para molde son calentados al sol sus propiedades de flexibilidad se incrementan mucho

Otros elementos del Proceso.

Además de la resina poliéster de base un componente fundamental del proceso es una preparación especial de la misma resina llamada gel coat.

Gel Coats. Es importante entender la función de este componente del proceso de moldeo. Como se trata de la primera capa que se aplica sobre el molde, se convertirá en la capa exterior de la pieza final sin que después sea necesario pintar o dar otro acabado.

Como la formulación de esta capa de acabado esta integrada fundamentalmente por el mismo tipo de polímero la adhesión entre la capa del acabado y las capas internas es tal que a diferencia de la pintura que puede en un caso dado caerse. Aquí la capa de gel coat si es bien formulada y aplicada nunca se desprenderá.

Al ser la capa mas exterior debe tener las siguientes especificaciones:

Una consistencia semi líquida para poder ser aplicada en todos los recovecos del molde (lo cual generalmente se hace en el proceso manual con una brocha). sin embargo la consistencia debe ser suficientemente espesa para mantenerse sin escurrir en las parte del molde que no se encuentren horizontales, pues por gravedad los líquidos tienden a acumularse a manera de charcos en las partes bajas del molde.

La consistencia de los gel coats se logra añadiendo cargas que los espesa un poco utilizándose sobretodo la carga llamada Cabosil que es un finísimo polvo de un compuesto de carbono, boro y silicio. Esta carga da a la resina una consistencia adecuada y además no la convierte en una mezcla granulosa como puede pasar con otras cargas, así mismo la consistencia final de la mezcla catalizada es de relativa dureza lo cual es conveniente como acabado final pero no práctico si se pretende lijar o desbastar.

El conjunto de *gel coat* y capas sucesivas de resina de uso general con refuerzo de fibra de vidrio conforman una capa a manera de piel de gran resistencia.

Refuerzos de las resinas.

En el entendido de que los refuerzos de las resinas plásticas funcionan con funciones diversas muchas veces para ayudar a resistir esfuerzos de tensión o alabeo, diversos materiales son utilizables. Podemos agruparlos en las siguientes categorías:

Fibras de Celulosa

Alfa celulosa
Algodón
Yute
Sisal
Rayón

Fibras sintéticas

Poliamidas (Nylon)
Poliéster (Dacrón); Poliacrilonitrilo (Dynel, Orlon)
Fibras de Alcohol Polivinílico

Refuerzas Especiales

Fibras de Carbono y Grafito
Fibras de Boro Tungsteno
Fibras Cerámicas.

Fibra de Vidrio.

Presentaciones comerciales de la fibra de vidrio.

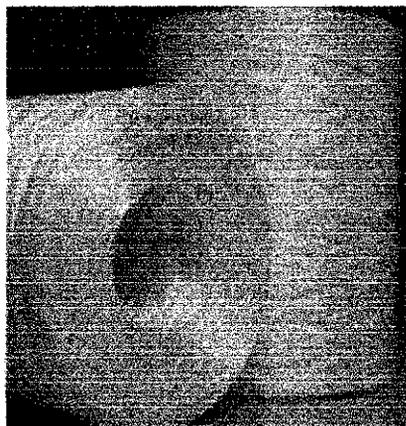
A continuación detallamos primero el de la fibra de vidrio dadas sus especiales ventajas (Alta resistencia a la tensión, incombustibilidad, inerte biológicamente, resistencia al intemperismo y a gran cantidad de agentes químicos, excelente estabilidad dimensional y baja conductividad térmica).

Las principales presentaciones comerciales de la fibra de vidrio son:¹⁶

Mecha	(Conocida comercialmente como Roving o SuperGun Roving)
Colchoneta	(Mat o Vitromat)
Petatillo o Tela Marina	(Woven Roving)
Velo	(Surfacing Mat)
Filamento Cortado	(Chopped Strand)

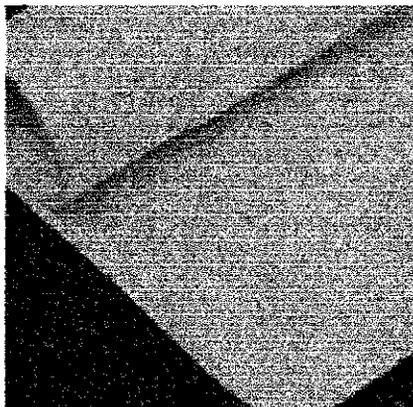
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Describimos a continuación las características de estos materiales:



Mecha (Roving). El "Roving", mecha o saga es una de las formas de fibra de vidrio que se emplea con mayor frecuencia se fabrican artículos de plástico reforzado por aspersión y otros procesos industriales. En escultura pueden servir para amarres reforzados con poliéster o secciones de la escultura que funcionen como tensores encapsulados

El "Roving" se presenta embobinado en carretes y consta generalmente de 60 hebras.

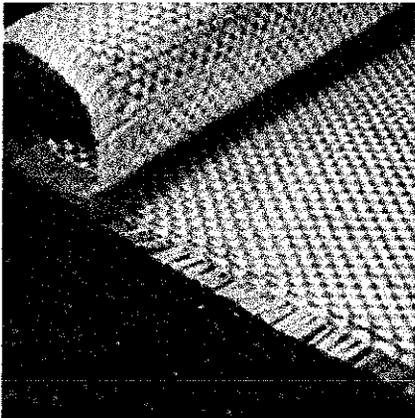


La colchoneta (Mat). Es la forma de presentación mas utilizada debido a su versatilidad. La colchoneta esta integrada de múltiples fibras acomodadas en todas direcciones pero sin estar unidas o entretejidas totalmente de manera que cuando es impregnada por la resina adquiere mayor flexibilidad puede acomodarse al los moldes.

Esta orientación multidireccional da la propiedad de repartir las cargas y esfuerzos mecánicos en todas direcciones (isotrópicamente) característica propia del material.

¹⁶ Extracto de Ref. Bibl. N° 28, pag. 25

La colchoneta de fibra de vidrio se presenta clasificada en peso por unidad de área, esta clasificación está dada en Kg./m². (onzas/pie²) siendo sus principales presentaciones de 308, 462, 616 gr./m². (1", 1 1/2" y 2 oz./pie² respectivamente). El "ancho" comercial de este material es de 90 y 130 cms.



Petatillo (*Woven Roving*). Esta forma de presentación de la fibra de vidrio consiste en cabos de "roving" tejidos en forma de un tramado a manera de un tela y en ángulos de 90° con respecto a sus ejes longitudinales a manera de trama y urdimbre de un tejido Combinada con colchoneta, se emplea en la fabricación de barcos y grandes estructuras, como refuerzo secundario.

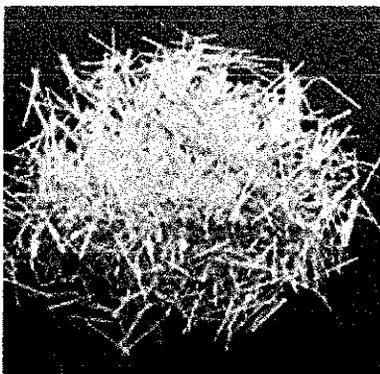
Contienen de 5, 10 ó 15 filamentos cada conjunto de filamentos.

Este tipo de material se encuentra clasificada en unidades de peso/área, siendo las principales presentaciones de 850, 500 y 300 grs./m² (o pesos equivalente en onzas/yarda²).

En escultura es un material ideal para dar forma a ropajes pues aunque cuando se adquiere tiene una apariencia de tela almidonada y rígida, una vez humedecida con la resina se pueden acomodar los pliegues y arrugas del ropaje en pocos minutos, cosa que si hubiera que modelarlo llevaría horas de intenso trabajo.

Velo (*Surfacing mat*). Es un material similar a la colchoneta pero de filamentos muy delgados, utilizada para reforzar capas muy delgadas y aprovechar las característica de que por lo delgado de los filamentos estos no afloran tras el gelado de la resina. Deshilado de su laminado se conoce este material como pelo de ángel.

Una variedad de velo tiene guías o hilos coloreados y o metálicos dispuestos en distintas maneras, lo que proporciona un acabado decorativo.



Filamento Cortado (*Chopped Strand*). Son filamentos sueltos de longitud entre 8 y 11 cm. Muchos escultores lo prefieren para el refuerzo de en moldes pues los filamentos sueltos entran mas fácilmente en los recovecos de un molde.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Otros refuerzos no hechos de fibra de vidrio pueden ser:

Fibras de origen vegetal como el **Sisal**, el **Yute** o el **Henequén.**, se emplean principalmente en algunos procesos de moldeo cuando la pieza o producto terminado

no requiere de gran resistencia mecánica. Sin embargo pueden tener una especial carga de significados, texturas y apariencias particulares para lograr efectos específicos.

Otras Fibras Sintéticas. Este tipo de materiales se emplean de forma mas limitada en la industria pues la resistencia que dan a la mezcla es mas menor, sin embargo como en el caso anterior pueden tener aplicación en escultura para lograr texturas especiales. Las fibras compatibles (que no reaccionan con el poliéster) son principalmente el Nylon (que da extraordinarias propiedades de resistencia a la tensión), Dacron, Dynel, Orlon, etc.

Las fibras de alcohol polivinílico tienen escasa aplicación a usos escultóricos y son mas bien para la fabricación de circuitos eléctricos. Algo similar se puede decir de las fibras cerámicas que se utilizan para la producción de componentes resistentes a altas temperaturas.

Refuerzos especiales.

A fin de aumentar la eficiencia y aplicación de los Plásticos Reforzados, se ha desarrollado una serie de elementos reforzantes cuya principal característica es un alto módulo de elasticidad, con lo que se aumenta en forma notable la resistencia mecánica.

Fibras de Carbono o Grafito, Kevlar y Filamentos Metálicos.

Aunque en ocasiones son difíciles de adquirir en el mercado estas fibras son proporcionan a la resina especiales propiedades de resistencia.

Entre los filamento que mayor aplicación tienen, se encuentran los de Aluminio y Acero.

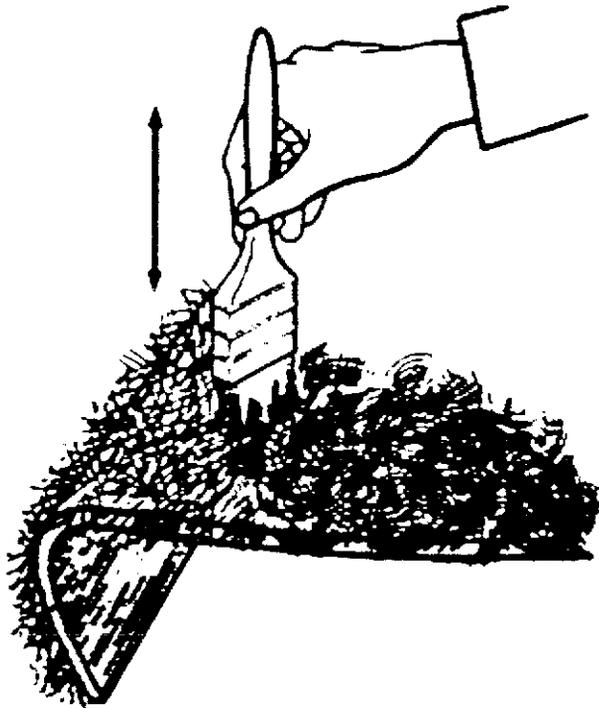
Ya analizados los diferentes elementos que intervienen en el proceso de los polímeros reforzados a continuación hablaremos en específico del proceso ya en sus aplicaciones concretas en el trabajo escultórico.

6.1.1.1. Aplicación sobre moldes.

Para elaboración de originales y como refuerzos de moldes flexibles.

Hablamos aquí de uno de los trabajos mas comunes en la utilización de plásticos en la escultura. En primer lugar se aplica la resina en su formulación del tipo gel-coat y luego resina normal preacelerada reforzada con fibra de vidrio.

La aplicación en moldes se puede dar por aplicación esparada, aplicación manual (el llamado picado) en moldes abiertos o bien seguir el procedimiento de vaciado (aunque aquí la aplicación generalmente se hace sin el refuerzo). La aplicación esparada se justifica para proyectos monumentales como el ilustrado en la fotografía.



Cuando la aplicación se hace manual se utilizan brochas, aplicando primero el gel coat a manera de pintura y luego de que éste ha gelado totalmente o cuando aún está en ese proceso de hacerlo, se aplica trozos de la fibra de vidrio en su presentación llamada de colchoneta, este refuerzo se debe impregnar completamente con una brocha. Esta impregnación se le llama comúnmente picar la fibra y es en realidad un proceso de impregnación es importante considerar que al impregnarse o "mojarse" la fibra cambia de su color blanco brillante al tono transparente de la resina. Al mismo tiempo la fibra de vidrio debe ser forzada a conformarse al molde. La colchoneta esta integrada de múltiples fibras acomodadas en todas direcciones pero sin estar unidas o entretrejidas de manera que ya mojada adquieren mayor

flexibilidad y al ser empujadas por la brocha en un proceso que se conoce familiarmente como "picado" de la fibra de vidrio. La brocha es una herramienta muy adecuada para este proceso dado que permite transportar la resina al molde impregnar la fibra de vidrio y con la punta de las cerdas de la brocha obligar a que la fibra de vidrio se acomode en el molde sin pegarse a la brocha.



La brocha no es la única herramienta para el picado de la fibra de vidrio, existen cilindros acanalados de metal que ayudan a forzar a la fibra de vidrio a pegarse al molde o mas precisamente a la capa de gel-coat ya aplicada. Estos cilindros no tienen la flexibilidad de la brocha sin embargo son mas adecuados para moldes sin muchos recovecos y para superficies planas o curvas suaves como las se presentan en los cascos de lanchas donde con estos cilindros se logra un espesor mas uniforme que con la brocha y además el avance es mucho mas rápido.

6.1.1.2. Aplicación sobre núcleos.



Esta posibilidad de utilización de la combinación fibra de vidrio y resina poliéster es una interesante opción para realizar esculturas de gran tamaño. La técnica consiste en elaborar un núcleo que se cubrirá con la fibra de vidrio impregnada funcionando a manera de piel de la escultura sobre la cual se harán los detalles.

Para estos núcleos resultan dos opciones principales; núcleos de malla de alambre y núcleos de espumados plásticos (esta opción se tratará mas adelante en el punto 6.2.1.3. y en el punto 6.3.2. se dan elementos y técnicas adicionales para el desarrollo de tales proyectos).

Núcleos de malla de alambre. Existen en el mercado diversos tipos de mallas de alambre y laminados desplegados¹⁷ que pueden de ser de gran utilidad para elaborar estructuras exteriores para esculturas de mediano y gran formato que luego se cubran de poliéster-fibra de vidrio.

Las mallas pueden tener varias presentaciones:

Malla de retícula cuadrada. Es una malla de alambre entretejida utilizada normalmente como mosquitero y para pequeños refuerzos estructurales de pequeñas losas de concreto. En escultura solo tiene aplicación para superficies planas o cilíndricas es sin embargo muy resistente y estructura mucho por si sola en esfuerzos tangenciales, es decir si por ejemplo se podría construir un cilindro muy alto parado con la malla vertical, sin embargo si se acuesta la estructura se deformará. Para resolver este tipo de problemas lo mas adecuado será reforzar el circulo de base con alambroñ y posiblemente añadir tensores o varillas trianguladas en la base.

Malla de retícula hexagonal. Es una malla de alambre trenzada utilizada también para estructurar concreto, en verjas o como su nombre popular lo dice malla de gallinero. Esta malla de tejido mas abierto permite que el escultor tuerza, trence, corte y vuelva a unir variando la forma de la malla, de manera que un escultor con habilidad puede crear núcleos de variadas formas. El tejido abierto tiene el inconveniente de que mas difícilmente puede sustentar la colchoneta de fibra de vidrio por lo que la presentación de tela marina es mas adecuada para este caso.

¹⁷ Laminados desplegados son productos industriales para la industria de la construcción hechos a partir de láminas metálicas que con cortes especiales se pueden desplegar dejando huecos, a diferencia de las mallas que están constituidas por alambres entretejidos o trenzados, los desplegados son doblados y cortados de la lámina.

6.1.1.3. Espreado. Resinas Poliéster y Epóxica.

Esta es una variante especial que hemos dejado al final pues se utiliza en la industria para automatizar el proceso. Consiste en que por presión y con asistencia de compresores de aire la resina se hace pasar por mangueras y sale a presión y atomizada por el efecto de Venturi¹⁸ en pistolas de aplicación similares a las pistolas de pintura utilizadas con compresores. Al mismo tiempo antes de salir la resina recoge fibra de vidrio (en su presentación de fibras sueltas no entrelazadas) y catalizador de manera que al salir ya queda preparada para que adherida a las paredes del molde se seque sin más.

Desde luego las pistolas espreadoras de resina poliéster pueden trabajar con resinas y catalizador como para aplicar gel coats o para aplicar la mezcla de resina y fibra de vidrio para las capas de refuerzo. Por tanto este proceso es solo práctico para proyectos de gran escala o por ejemplo para la producción seriada de relieves escultóricos, dado que por un lado la fuerza con que sale la resina y la cantidad no permite control sobre detalles.

Especiales cuidados se deben tener con las pistolas espreadoras pues todo rastro de resina que pudiera quedar en la boquilla o el mecanismo de la pistola, ya gelada es muy difícil sino imposible retirarla.

Existen otros procesos industriales como el rotomoldeo pero la aplicación de estos en escultura es muy remota.

6.1.2. Conformación por Vaciado en Moldes.

En este punto se tratarán todos los polímeros que son conformados al vertirse o aplicarse sobre un molde y tras diversos procesos que según el polímero pueden ser el gelado y endurecido de la resina, el gelado y curado por calor, el espumado o bien la conformación con ayuda del calor, el polímero adquiere la forma del molde y la conserva definitivamente.

Es por tanto importante tratar el tema de la elaboración de moldes, donde por cierto, diversos polímeros juegan un papel importante en las artes plásticas.

6.1.2.1. Diseño y elaboración de moldes.

Un molde es un elemento que tiene la función de habilitar la producción o reproducción de volúmenes y calidades superficiales o texturas. Puede considerarse como una forma negativa del modelo que reproducirá.

Un molde es generado siempre a partir de un original que puede ser una escultura, un modelo en un material que no tolerará el paso del tiempo (como el caso de modelos en cera o plastilina) o un modelo natural (como el caso de utilizar un rostro

¹⁸ El principio de Venturi consiste en que si un cuerpo de algún gas que se encuentra a cierta presión y se hace pasar por un conducto puede con la fuerza de la presión arrastrar líquidos que instantáneamente los fracciona en pequeñas gotas (atomizado), al salir a un espacio de menor presión el gas conteniendo las pequeñas gotas las distribuye en una área uniformemente. Tal es el principio utilizado por el aerógrafo, las pistolas de pintura de aire y en el espreado tanto de resina poliéster como de espumado de poliuretano.

humano) para, en todo caso habilitar que se produzca con el formas que serán la o las esculturas definitivas.

Se requiere de un molde cuando se pretende realizar una o varias copias de un original y hay que considerar y definir cuantas copias se van a realizar.

Por lo general el material definitivo de la escultura se conforma al molde siguiendo alguno de los procesos a continuación descritos:

Entra de manera líquida y se pega a las paredes y tras un periodo corto de tiempo se enfría y endurece (tal es el caso de la cera) en ocasiones para que endurezca puede requerir que como en el caso de algunos polímeros se catalice y gele (caso de las resinas poliéster y epóxica) o pueda ser que requiera de ayuda del la aplicación del calor para que se de ese endurecimiento (caso de los plastisoles). Una variante posible es el caso que se presenta cuando un material sólido mediante la acción del calor se reblandece y se adhiere al molde (caso del termoformado tratado en el punto 6.1.3.). Otra variante en el caso de los polímeros es cuando una resina líquida reacciona y se espuma y expande llenando el molde y al gelar o endurecer la resina espumada adquiere la forma del modelo final.

Diversos problemas se deben enfrentar para elaborar un molde:

El molde debe ser de un material que copie los detalles del original.

El molde debe ser capaz de retirarse del original sin pegarse requiriendo de desmoldantes en ocasiones y haciendo necesario que el molde se separe en partes o en contados casos como sencillos moldes flexibles se corten para que la pieza original y las réplicas puedan salir.

Las diversa partes del molde deben ser planificadas con anticipación de manera que sean capaces de separarse del original así como de la o las réplicas sin dañar el original o replicas y sin romperse al realizar la operación de copia o moldeo. Este proceso se planifica al decidir las líneas de separación de las piezas proceso denominado tacleado.

Las diversas partes del molde deben tener la posibilidad de ser reunidas de manera precisa para realizar la réplica. Debe por tanto preverse un sistema donde las piezas del molde se ajusten sin provocar irregularidades en la réplica y sin permitir que en el caso de que el material del original entre líquido este no se escape del molde.

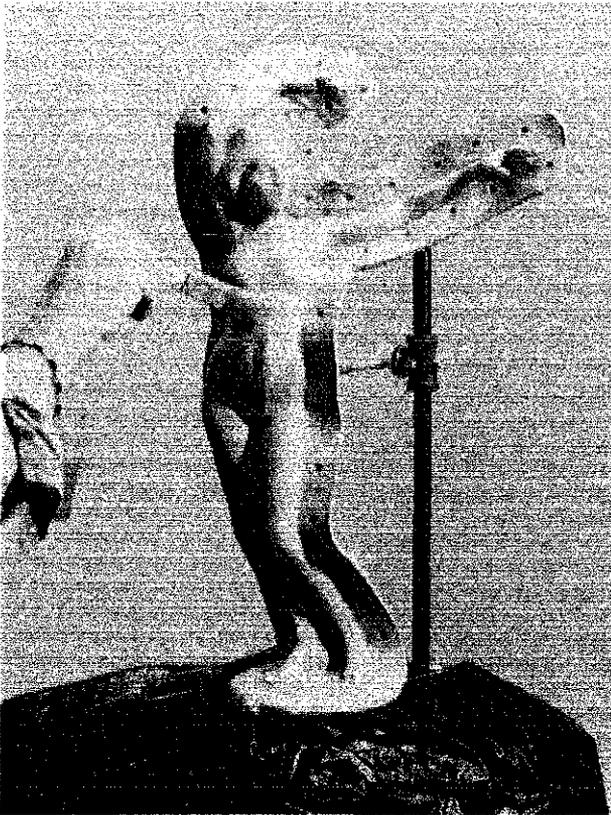
Además de estos existen muchos otros factores que se trataran mas adelante y dependen del material con los que se realicen los moldes.

Además de que los plásticos puedan ser los materiales para la escultura, los plásticos suele constituir una muy interesante opción para la producción de moldes. Antes de considerar los aspectos prácticos de la utilización de polímeros para la elaboración de moldes es necesario considerar algunos factores:

Diseño de moldes. El tipo de proyecto a realizar es fundamental para definir que tipo de plástico mas recomendable y su técnica de manejo. De aquí cabe la pregunta...¿Cuando se requiere de un molde en escultura? pues del tipo de respuesta puede depender la decisión de los materiales y técnicas a utilizar.

Por lo general podemos responder a la anterior pregunta en las siguientes opciones: Se requiere de un molde cuando el material en que se modeló es diferente al material que finalmente constituirá la escultura (tal es el caso por ejemplo de todo el trabajo de modelado en barro o plastilina para producir piezas en cera para la fundición del bronce a la cera perdida).

Varios factores son determinantes para un trabajo exitoso, estos varían según los polímeros a utilizar existiendo en cada caso ventajas y desventajas de cada opción. A continuación se mencionan estos factores como valores a los que los moldes deben tender en mayor o menor grado:



Tacelado. Como se mencionó ya el diseño del tacel de una pieza es fundamental para lograr que el desmolde se dé sin problemas. Generalmente al definir la cantidad y configuración de la piezas del molde se debe planear también el sistema de reunificación de las piezas del molde es decir que habrá que considerar que las formas se puedan separar y reunir siempre de manera precisa. La unión entre las piezas determinara su posición correcta así mismo deberá, en caso de que el material de la copia entre líquido al molde, evitar que ese líquido salga del molde. La piezas del molde se pueden unir entre si o/y a un refuerzo exterior llamado **contramolde** con la ayuda de **guías o claves de unión**.

Imagen 77.- Aplicación de silicón sobre una pieza tacelada (las marcas circulares sobre el tacel son las guías o claves).

El **contramolde** es utilizado sobretodo en moldes flexibles cuando las piezas o el conjunto no son capaces de soportarse por si mismos no teniendo el original en su interior. Es común considerar erróneamente que el molde que se sustenta con el original en su interior, lo hará al ser extraído el original, así mismo puede que pase que alguna parte del molde que se precipite al interior al no encontrarse la pieza adentro.

Guías o claves. Normalmente las líneas del tacleo son más o menos rectas generando entre las piezas del molde paredes lisas, en tal caso las paredes de las piezas se pueden desfasar produciendo que las piezas no ajusten en su posición correcta, las **guías o claves** son irregularidades que se requieren en estas paredes para que encajen unas en otras, muchas veces se hacen como semiesferas o conos teniendo una de las paredes la forma negativa y otra el hueco positivo (macho y hembra). Las guías eventualmente pueden ir también entre las piezas del molde y el contramolde o refuerzo.

Sistema de unión. Aquí nos referimos al como todas las piezas del molde se mantendrán unidas factibles de separarse y volverse a unir. Tratándose de moldes rígidos las piezas suelen unirse con cordeles o alambre recocado aunque una manera más efectiva para grandes producciones es la de dejar cejas que se unirán con tornillos y tuercas del tipo mariposa. En el caso de moldes flexibles esta última solución suele ser la más práctica para usarse en el contramolde. eventualmente conviene utilizar claves entre el molde flexible y el contramolde incluso del tipo que eviten que la pieza flexible se caiga o deforme por efecto de la gravedad.

La fidelidad de copiado del molde, es decir la capacidad del material del molde para registrar todos los detalles del original. Algunos materiales (como el silicón) son capaces de copiar incluso las impresiones de las huellas digitales de la mano al haberse realizado el modelado, otros por el contrario pierden muchos detalles del original dando solo una copia de la forma general pero no de la textura del original.

La estabilidad dimensional del material del molde. Aquí cabe diferenciar dos factores involucrados para que los materiales de los moldes mantengan su forma; por un lado esta el grado de contracción durante el fraguado que en todo caso debe ser desde luego muy bajo, pues de lo contrario el material del molde puede aferrarse o incluso deformar el original. Por otro lado una escasa estabilidad dimensional se puede traducir en que el material del molde sufra deformaciones bien durante el proceso de gelado o por acción de los cambios de temperatura o humedad y así torcerse, pandearse o alabearse.

La agresividad química del material del molde al material del original y de la copia. Algunos materiales como el poliéster pueden impregnarse a originales por ejemplo de madera o textiles produciéndoles daños durante el desmolde, así mismo pueden producir roturas, resequedades daños superficiales y otros perjuicios al original. La mayoría de los procesos de realización del un molde implica la aplicación de un líquido o una pasta semilíquida (en ocasiones gelatinosa) que posteriormente se endurece convirtiéndose en un material sólido bien rígido o flexible. Una excepción a estos procesos es cuando el molde se constituye por polvos o arenas compactada fuera de lo cual todo proceso de transformación del líquido o pasta al material sólido del molde implica un fraguado que en la mayoría de los casos implica una reacción exotérmica, reacción que puede en muchos casos afectar el material del original.

Adherencia del molde al original y a la o las copias. Independientemente de lo agresivo que puedan ser los materiales del molde y el original o las copias es necesario

considerar la adherencia que pueda haber entre ellos en gran medida esto condicionará la facilidad de desmolde y la vida útil del molde.

Como regla general los materiales plásticos tienen gran adherencia entre sí, los materiales grasos como la cera tienen relativamente menor adherencia al plástico, así mismo los materiales minerales que se mezclan con agua para después fraguar como el yeso y el concreto tienen poca adherencia al plástico.

La facilidad de desmolde, nos referimos a la facilidad con la que el molde ya fraguado se pueda desprender de su original, tanto por que no se produzcan daños en el original ni en el molde, así mismo el proceso de desmolde durante la reproducción sea sencillo. Desde luego que los materiales flexibles son por lo general más fácilmente desmoldables que los rígidos. Vinculado a esto es necesario considerar la adherencia o adhesividad de los materiales entre, es decir que algunos plásticos se adherirán o pegarán a ciertos materiales mientras que otros no. En este sentido se hace necesario en ocasiones la utilización de un agente desmoldante.

Agente desmoldante, es un material que se añade a manera de capa o filme uniforme entre el molde y las partes del molde que se separarán durante el desarmado, así como el modelo con el propósito de evitar la adherencia entre ambos.

Otro factor importante en el diseño de moldes es **la forma o tipo de trabajo de reproducción**. Aquí nos referimos a la manera como las copias se obtendrán. Así por ejemplo cuando se aplica fibra de vidrio se requiere de una área despejada por encima de la superficie del molde a cubrir y es necesario que se eviten en lo posible lugares donde la fibra no pueda penetrar o el trabajo de "picado" de la misma sea difícil.

Vertedores. Cuando un molde se utiliza para un vaciado de cera o resina espumante donde se requiere que capas sucesivas de cera vayan enfriándose en el interior del molde y se vacían hasta obtener un espesor uniforme en tal caso el molde debe tener por un lado lugares a manera de embudos que faciliten el vertido de la cera

Asas de manipulación y sistema de fijación. En el diseño de algunos moldes es necesario considerar asas para poder asirlos firmemente con las manos y así a poder agitar o manipular el molde y permitiendo que el material de la escultura en líquido entre en todos los recovecos de la forma negativa. También se pueden considerar la existencia de rebordes para que el molde pueda ser sujetado por ejemplo a un tornillo de banco o bien patas o apoyos para que el molde se mantenga estable y en la posición correcta mientras se vierte el material de la escultura.

Finalmente vinculado solo al caso de los moldes para obtener varias copias esta desde luego esta el criterio de **la vida útil del molde** que vinculado a varios factores ya mencionados esta desde luego en función del **número de copias** que es posible obtener de un molde manteniendo la fidelidad de copiado. Así como puede haber materiales que al obtener una sola copia el molde es destruido o prácticamente inutilizado, otros pueden permitir hasta mas de cien copias.

6.1.2.2. Resinas para la elaboración de Moldes .

En esta parte hablaremos de los polímeros utilizados en la elaboración de moldes.

Por lo general las resinas recién mezcladas con el catalizador se aplican sobre un original y se pretende por un lado lograr un máximo grado de fidelidad de reproducción de las texturas y detalles superficiales, un mínimo grado de deformidad al catalizar así como una gran estabilidad dimensional, es decir que todas las resinas plásticas al catalizar sufren de variaciones dimensionales (generalmente contracciones) y se pretende que en la realización de los moldes esta sea la mínima deformación. Finalmente se pretende que el proceso de desmolde (que es cuando se separa el molde de la pieza original) sea lo mas sencillo posible. Por esta razones las resinas mas adecuadas para utilizarse en moldes son las flexibles, las cuales regresan a su forma original a pesar de realizarse muchos vaciados y desmoldes. Esta flexibilidad hace que en la mayoría de esos casos se requiera de un soporte rígido de otro material (yeso o resinas rígidas).

6.1.2.2.1. Moldes en R. Poliéster. Rígida y Flexible. Con refuerzo en Fibra de Vidrio y con carga.

Poliéster. De hecho los mismos tipos de resinas que se utilizan en vaciados en moldes solo que en esta categoría no se vierten llenando el molde sino que se constituyen en un material combinado con fibras (principalmente fibra de vidrio) para aplicarse sobre moldes integrando una película de gran resistencia. Las resinas funcionan a los esfuerzos de compresión y las fibras a los de tensión integrando un material compuesto.

6.1.2.2.2. Moldes en Resina Epóxica.

Son moldes de gran durabilidad y resistencia generalmente utilizados para producciones masivas. Dada la rigidez de las resinas epóxicas son moldes que requieren ángulos de salida pronunciados. Cuando se les añade cargas su resistencia aumenta y pueden funcionar también para impartir al modelo texturas particulares. Se utilizan sobretodo para piezas termoformadas, para fundición de piezas metálicas de bajo punto de fusión y otras piezas de producción masiva.

6.1.2.2.3. Moldes en Resina Vinílica.

Las resinas vinílicas son compuestos plásticos de gran utilización en la industria para la reproducción de piezas en plástico.

Económicas. Buena estabilidad dimensional y bajo índice de contracción. Buena flexibilidad. Tiene el inconveniente de que se aplica en caliente y por tanto no se puede trabajar originales de materiales como ceras o plastilinas. En México no se vende comercialmente. La preparaciones para fines industriales tienen excelente durabilidad y muy buena fidelidad de reproducción.

Eventualmente se usa también como resinas para vaciado de piezas que deben tener flexibilidad (modelos para cinematografía), es decir en estos casos el original es del

mismo tipo de resina flexible que después pintadas se utilizan como máscaras, disfraces y lo que podríamos llamar escultura flexible.

6.1.2.2.4. Moldes de Hule de Silicón.

El hule de silicón también conocido como caucho de silicón es un componente que propiamente no pertenece a los plásticos pero se ha incluido aquí por la importancia de su uso y por que se vincula mucho al trabajo en plásticos para la escultura.

Alto costo. Excelente estabilidad dimensional y muy bajo índice de contracción. Excelente flexibilidad reduciendo al máximo la necesidad de tacleado de la pieza original. Gran durabilidad (hasta mas de 160 reproducciones). Algunas preparaciones resisten incluso el vaciado en metales de bajo punto de fusión (estaño, zamac, etc.).

Por alto costo nos referimos a la relación peso o volumen de material - precio a pagar dado que reflexionando un poco en torno al proceso el tiempo que se ahorra el escultor al tacular menos, teniendo además mucho mayor exactitud en detalles y precisión de dimensiones, etc. el utilizar este material seguramente hará que se le considere como la opción mas práctica en muchos casos.

La elaboración de un molde de silicón implica una correcta planeación. Es necesario establecer cuanto se avanza en cada sesión de aplicación. Muchas veces cuando se hacen moldes grandes no es factible aplicar el silicón de una sola vez. Hay que recordar que se catalice una cantidad que se puede aplicar. Es importante disponer también de medios muy precisos para dosificar tanto la resina como el catalizador bien por peso disponiendo de básculas muy precisas capaces de medir gramos o fracciones de gramo o bien por volumen en este caso pipetas o jeringas de las utilizadas para usos médicos.

Las condiciones ambientales son también importantes pues la temperatura y la humedad son factores que aceleran el catalizado del silicón.

La posición del molde es también importante considerando que la gravedad afectará el vertido o aplicado. El grado de fluidez es también un factor fundamental en esto algunos compuestos comerciales habilitan la posibilidad de utilizar diluyentes que hagan que el silicón sea mas fluido o espeso.

En todo caso aun cuando el silicón haya vulcanizado y se aprecie de que casi ningún material se le va a adherir, nuevas capas de silicón pueden añadirse con relativamente buen grado de adhesión. Cuanto mas tiempo de vulcanizado ha pasado menor adhesión tendrán las capas sucesivas. Así mismo si se ha ensuciado la superficie o impregnado de grasa o desmoldante puede ser que las capas sucesivas no se adhieran mas. En todo caso lo ideal es añadir las capas sucesivas lo mas pronto posible cuando apenas haya endurecido al tacto (no antes pues puede romperse la tensión superficial y mezclarse silicón en proceso de vulcanizado con silicón recién catalizado). Se corre desde luego el riesgo de aunque aparentemente las capas se hayan adherido en un esfuerzo de tensión por el desmolde u otra causa se separen.

Cuando se realizan refuerzos u originales o modelos con resina poliéster reforzada con fibra de vidrio *"Debe evitarse hasta donde sea posible que la resina cure completamente dentro del molde, es decir la temperatura exotérmica no debe desarrollarse dentro del molde, en caso contrario, la vida útil del molde disminuye"*. (Ref. N° 10 pag.150).

Tipos de aplicación en los moldes de silicón:

Aplicación del silicón por capas con refuerzo y contramolde.

Es el caso mas común en escultura para el caso de moldes de formato mediano y grande. Consiste en aplicar primero una capa delgada de silicón bien con espátulas o brochas de manera que se pueda verificar que la resina cubra correctamente todos los detalles del original sin permitir que haya zonas no cubiertas o que se formen burbujas, posteriormente se aplican capas sucesivas mas espesas para reforzar la capa de contacto y después se aplican trozos de manta de cielo (la llamada en España arpillera) impregnados de resina de silicón para reforzar el molde evitando el desgarre que pueda darse durante los desmoldes sucesivos.

En la mayoría de los casos terminadas estas capas flexibles es necesario aplicar una capa rígida llamada contra molde.

Aplicación del silicón por vaciado

Por razones de costos este método es solo accesible cuando se trata de moldes pequeños y modelos de salida no muy complicado pues aquí el silicón (muy fluido) se vierte sobre una caja previamente preparada y el modelo es cubierto totalmente o parcialmente (puede hacerse el vaciado por fases a ambos lados de un tacleado). Generalmente se requiere en este caso de disponer de cámaras de vacío o mesas vibratoras para evitar la formación de burbujas.

Fallas comunes prevención y reparaciones al realizar moldes de silicón.

a) El silicón no vulcaniza uniformemente, en algunas partes el silicón no solidifica o se desgarra fácilmente.

Causa: Insuficiente catalizador, catalizador inadecuado (tal vez se usó uno para otro tipo de silicón o de resina) o el catalizador no se mezcló uniformemente dejando algunas zonas sin catalizar, en otras palabras el catalizador no alcanzó una dispersión uniforme en la mezcla con la resina de silicón. Muchas veces esto se produce al tratar de no formar mucha burbuja al batir.

Otra posible causa es el utilizar solventes o agentes adelgazadores no adecuados (acetona, thinner, etc.). No todos los silicones están formulados para ser opcionalmente adelgazados y pueda que los agentes adelgazadores de unos no funcionen con otros tipos o marcas comerciales.

Prevención: Dosificar correctamente el catalizador. Conseguir un instrumento de peso preciso de preferencia de los de tipo digital con lectura de gramos y poca tolerancia de error. Opcionalmente encontrar el equivalente del peso en volumen y dosificar con goteros graduados o pipetas precisas, incluso jeringas. Puede considerarse un

equivalente sin riesgo de sub o sobre dosificación de 1ml. para 1gr. como si se tratara de agua destilada la diferencia de densidades es despreciable.

La dispersión del catalizador se debe hacer con gran cuidado la experiencia una pequeña subdosificación de un 1% menos permite trabajar mas tiempo el batido sin formar burbujas.

Para el caso de los solventes es muy conveniente seguir las indicaciones del fabricante.

Reparación: En caso de que partes de la aplicación hayan vulcanizado correctamente y solo pequeñas áreas no lo hayan hecho; retirar todo el silicón no gelado con un solvente débil y tallándolo. Volver a aplicar silicón en las partes afectadas. Si se tratara de una área bien definida puede valer la pena cortar con navaja los alrededores y volver a aplicar resina de silicón.

a) El silicón no vulcaniza solo en la superficie de contacto con el original.

Causa: Seguramente se utilizó un agente desmoldante que al entrar en contacto con el silicón inhibió el proceso de vulcanización.

Puede suceder que el original este sucio o se le haya aplicado alguna patina o acabado que inhiba el gelado tal sustancia podría ser petróleo o chapopote, polvo, grasa o suciedad de la superficie puede producir estos efectos.

Prevención: Investigar y experimentar que agentes desmoldantes se pueden utilizar, generalmente el silicón no requiere ninguno pero cuando se trata de reproducción de piezas arqueológicas puede que se requiera de un agente protector para la pieza. Para evitar esta eventualidad conviene consultar con los fabricantes o solicitar catálogos técnicos en los comercios donde se adquiere el material. De requerirse un agente desmoldante suele funcionar el desmoldante de silicón, de poder encerarse la pieza original y luego pulirse muy probablemente no se presenten problemas, los aceites de todo tipo son agentes desmoldantes que probablemente puedan producir estos efectos.

Preventivamente no resultará difícil hacer una prueba con el agente desmoldante en una área aparte pequeña (obteniendo un pequeño molde de una moneda o un pequeño relieve, etc.) o incluso en una parte del original para probar si el desmoldante no inhibe la reacción de gelado antes de hacer la aplicación completa.

También en el caso de originales con acabados sospechosos conviene hacer una prueba en una zona pequeña y en caso de encontrar inhibición remover la pátina o acabado y limpiar cuidadosamente o bien aplicar un desmoldante de conocida eficiencia de los del tipo que solidifican y forman una película como el alcohol de Polivinilo.

En todo caso el original debe estar impecablemente limpio de polvo, cochambre, etc. En caso de reproducciones arqueológicas el cuidado de la superficie del original es fundamental, requiriéndose en su caso el auxilio de expertos restauradores para una eventual limpieza, aunque rara vez la superficie de estas piezas puede tener alguna

actividad química inhibidora debe preverse que posiblemente el silicón desprenda partes de la pieza (engobes, fragmentos superficiales, etc.), conviene por tanto la asesoría constante del restaurador.

Reparación: Aunque raro este caso es bastante grave pues generalmente es necesario volver a aplicar nuevo silicón aunque la capa por encima haya gelado bien y las proporciones generales no se alteran la calidad superficial se modifica totalmente. Como técnica de obtención de texturas especiales el escultor podría incluso provocar esto para experimentar si no le importara la reproducción exacta de la textura de su original.

b) La superficie de contacto con el original presenta burbujas.

Causa: Sobre todo se presentan durante el mezclado con el catalizador en el recipiente de preparación burbujas que por el tiempo de vulcanizado no alcanzan a emerger a la superficie y quedan atrapadas, al entrar el material de la copia llena estas burbujas convirtiéndolas en gránulos en la superficie de la copia.

"Mala técnica de vaciado" Tiempo de gelado demasiado corto¹⁹. En ocasiones por sobre dosificación del catalizador apenas cuando se empieza a aplicar ya empieza el proceso de gelado no dando tiempo de detectar y eliminar burbujas. Tal vez ya preparada la mezcla se esperó demasiado tiempo para aplicarla.

Prevención: Durante el mezclado del catalizador con la resina se debe proceder cuidadosamente tratándolo de extender y distribuir en todo el volumen de la resina y de hacerlo no agitando demasiado rápido.

Lo ideal es disponer de una campana de vacío que en segundos extrae todo el aire atrapado en la mezcla, sin embargo este equipo es difícil de incluir en el taller del artista. Opcionalmente se puede uno servir de máquinas vibratorias que utilizan los dentistas para acelerar el proceso de que las burbujas emerjan a la superficie del recipiente donde se preparó la mezcla silicón-catalizador. Este recurso es casi indispensable cuando el silicón se vierte por vaciado en una sola operación.

Cuando el silicón se aplica con espátula o brocha sobre la superficie es importante aplicar primeramente una delgada capa inicial (si se está utilizando un preparado de silicón que permite en su formulación la posibilidad de hacerse mas ligero con otro líquido adelgazante. De no ser así extenderlo lo mas posible de manera que quede sobre el original un delgado filme que permita que las burbujas se visualicen fácilmente para ser eliminadas o emerjan y solas se eliminen (si se percibe que no se eliminan solas es necesario proceder con una punzón o punta cualquiera a reventar estas burbujas antes de que vulcanice el material.

Cuando se realizan moldes para obtener solo pocas copias podría aceptarse que si la primera capa se ha comprobado que ha cubierto totalmente el original sin burbujas, la capa o capas sucesivas pueden eventualmente contener burbujas, no es lo ideal, pero

¹⁹ Ref. N° 28 Pág.152

evitar toda burbuja en todo el proceso es tardado y difícil sobretodo en moldes de gran tamaño. Obtendremos así unas pocas copias sin defectos, tal vez ese molde con mas copias se raje en las zonas debilitadas por las burbujas dejando pequeños rastros en el original.

Muy adecuado para este trabajo es contar con un compresor de aire y mejor aun de un aerógrafo los cuales se usan para aplicar aire a presión sobre la superficie del silicón ya aplicado y sin endurecer de manera que el aire mueve la superficie y al encontrar burbujas emergiendo adelgaza la película que las rodea, las presiona y habilita que revienten. El uso del aerógrafo, desde luego sin pintura alguna, permite control sobre el proceso, de no contarse con el sirve una manguera delgada. En este caso se controlará la cantidad de aire que sale con la yema de uno de los dedos. Es conveniente dotar al compresor de un regulador (ubicando la presión alrededor de los parámetros normales de trabajo con aerógrafo o pistola de aire entre 2.2 y 3.8 Kgrs. por cm^2 .), así mismo contar con filtro de aire.

De no disponerse de tal equipo ayuda aun soplar utilizando un popote o pajilla delgada en las burbujas que se detecten.

Reparación: Las burbujas sobre la superficie de contacto del molde se pueden llenar con el mismo silicón aplicándolo con un palillo o con las yemas de los dedos quitando inmediatamente el exceso en la superficies no afectadas con un trapo limpio.

b) El silicón no penetró bien y en la superficie de contacto con el original presenta huecos grandes que se traducen en material no deseado en la copia y detalles que se pierden.

Causa: En ocasiones sobretodo cuando se quiere avanzar muy rápido en la aplicación el silicón no penetra en todos los resquicios del original y se crean huecos no llenados, así mismo en ocasiones áreas que si fueron cubiertas se descubren por ascensión de burbujas o bolsas de aire generando también zonas no llenadas.

Cuando se maneja un silicón espeso esto suele suceder, así mismo cuando el silicón aunque fluido se vacía y se deja sin mover la mezcla.

Prevención: Al igual que en el caso de las burbuja se aconseja aplicar una primera capa delgada, en ocasiones para moldes que van a reproducir muchas copias hay que repetir el proceso en incluso dos o mas capas sucesivas hasta lograr un espesor uniforme de unos 5 mm. tras lo cual las eventualidad de burbujas o bolsas de aire (siempre y cuando no sean muy grandes y afecten la autosustentación del silicón) reduce efectos negativos en la durabilidad del molde.

Durante el proceso de aplicación es conveniente además de las espátulas de aplicación servirse de una varilla larga (una aguja de tejer estambre se presta para este efecto) para picar las bolsas de aire, mover y acomodar el silicón para que penetre por todos los resquicios del molde y el aire se desaloje, posteriormente con la compresora volver a mover la capa de silicón para desalojar burbujas.

Cuando se trabaja con moldes de tamaño chico o mediano y el silicón se va a vaciar, es conveniente primero montar firmemente el original (tacetado o no) a una base de madera, de manera que se proceda vaciando primero una parte del silicón (llenando parcialmente el molde) se tome con las manos la base unida a original y se mueva y agite un poco para que el silicón penetre bien, así también en este caso o cuando son moldes mas grandes es conveniente tener a la mano un martillo de goma para dar golpecitos sobre la base en sentido longitudinal para ayudar a la penetración del silicón. Agitar, sacudir, inclinar y mover son recursos para lograr que el original sea correctamente cubierto por el silicón.

Reparación: Cuando ha habido bolsas de aire atrapado en el silicón, dependiendo del caso estas pueden ser llenadas con nuevo material introduciéndolo con varillas , retirando el excedente y limpiando los alrededores no afectados. Considerar la posibilidad de añadir silicón al hueco y volver a colocar el original es muy riesgoso pues pueden ocurrir los siguientes efectos:

Cuando no se toma en cuenta hacia donde escurre el silicón recién catalizado (tanto aquel que escapa de un hueco por gravedad como aquel que es desplazado por el molde) este puede avanzar entre el molde y el original estos escurrimientos generarán huellas indeseables, levantamientos del silicón flexible, posibles nuevas bolsas de aire atrapadas.

6.1.2.2.5. Moldes a la Cera Perdida para vaciados en frío. Preparación de las ceras de modelar de los moldes y los polímeros.

La técnica que a continuación se describe es una variación de la antigua y tradicional función en bronce a la cera perdida adecuando muchos procedimientos de la misma al trabajo con polímeros.

Esta técnica aplicada a los plásticos se describe en este estudio por primera vez y así como otras técnicas enunciadas no existen referencias bibliográficas directas y consiste de manera resumida en modelar la escultura en cera, terminada la definición formal se procede a hacer un molde de yeso de una sola pieza si es posible, sin desmoldar, se procede a fundir la cera calentándola a baja temperatura en un horno o con un soplete, tras dejar enfriar el molde, en el hueco que deja la cera se vacía resina poliéster o epóxica y finalmente se rompe el molde de yeso para descubrir la escultura final. Este procedimiento es por tanto para piezas únicas. Mas adelante describiremos una técnica también nueva donde el modelo en cera es recubierto con resina y fibra de vidrio para luego eliminar la cera y reforzar.

El proceso en detalle se describe a continuación:

- a) Con relación al trabajo en cera conviene hacer algunas anotaciones, dado que aunque la cera normalmente utilizada para el modelado en la actualidad es un derivado de la petroquímica no corresponde al grupo de los polímeros y sus propiedades generales se diferencian bastante de los materiales temas de esta
-

tesis. Es sin embargo necesario detenerse en este material por la importancia para sin fin de proyectos escultóricos y en particular por la técnica que en este capítulo se describe.

Se utiliza cera como medio transitorio para por ser este uno de los materiales mas modelables disponibles y por su posibilidad de ser fundida a relativamente bajas temperaturas.

Cuando hablamos de volúmenes muy grandes es posible ahorrar material poniendo un centro de espuma de poliestireno. También es posible pensar en los términos que se proponen para la fundición de núcleos que se eliminan descrita en el punto 6.3.3. Estructuras temporales de polímeros solubles (Plásticos espumados solubles) es decir que se puede combinar la técnica substractiva de la talla de Unicel y la técnica aditiva de modelado en cera, el núcleo de espumado se elimina con un solvente fuerte y la cera por calor o desprendiéndola aprovechando que no se adhiere fuertemente al molde.

La mezcla de cera para modelado.- La cera tiene extraordinarias posibilidades para el modelado, durante su preparación se puede hacer una mezcla de diferentes ceras y materiales también fundibles para lograr con esta combinación un control sobre su grado de dureza, maleabilidad y otras cualidades que tendrá para ser manipulada y modelada.

Aunque se puede partir de la tradicional cera de abeja que se usó en la antigüedad, ahora resulta mucho mas económico recurrir a las ceras derivadas de la petroquímica, ceras conocidas como micro cristalinas.

Como material puro, la cera micro cristalina aunque modelable es demasiado blanda para algunos procesos y resulta muy conveniente mezclarla con otros elementos para obtener un medio optimo para el trabajo de modelado y fundición o como ahora trataremos el vaciado en frío.

Podemos considerar la cera microcristalina como el elemento básico al que se le añadirán otros materiales para modificar y adecuar sus propiedades, integrando una mezcla cuyos aditivos a continuación mencionamos:

Cera candelilla.-

La candelilla es una cera vegetal de gran calidad que se obtiene de dos plantas²⁰ que crecen de manera silvestre en el noreste de México sobretudo en el desierto y zonas semiáridas de Chihuahua y sur de Texas.

Se consigue en México en cererías con relativa facilidad en presentación de trozos parecidos a rocas de color café oscuro aunque también se comercializa en hojuelas de color amarillo (mas refinado) . Su punto de fusión es de entre 68.5 y 72.5 ° C

²⁰ Euphorbia Antisyphilitica y Pedilanthus Pavonis

Junto con la cera micro cristalina se suele utilizar como elemento de la mezcla, una cera vegetal producto de una palma tropical llamada candelilla. Esta cera da a la mezcla fundamentalmente propiedades de dureza que permiten mayor autosustentación durante el modelado (es decir que la escultura se estructura mejor con un material mas duro) y además cuando la cera se cubre con el molde de yeso en esta técnica o con cementos cerámicos, si la cera es muy blanda se corre el riesgo de que se deforme o que los detalles superficiales se pierdan. Si se incrementa la cantidad de la candelilla en la mezcla se aumenta la dureza, cosa favorable a la estructura del modelo de la escultura pero dificulta el modelado con las manos.

Para la realización de modelos de joyería se utiliza en una proporción de hasta el 50%, dado que son siempre modelos de pequeñas dimensiones y que no se modelan tanto con las manos si no mas bien se tallan con herramientas metálicas o son productos de moldes ya terminados. Es un material relativamente económico, aunque mas costosos que la cera microcristalina.

Cera de Abejas. Usada desde la época del antiguo imperio egipcio donde era un símbolo de realeza las abejas (*Apis Mellífera*) secretan esta cera para construir sus celdas hexagonales en los que acumulan la miel. La cera recién secretada es un líquido transparente que se torna en un color que va del amarillo al café oscuro casi negro al contacto con la atmósfera y contiene siempre cantidades de polen. Se funde a una temperatura de entre 62 y 65 ° C.

De precio relativamente alto se puede obtener sin refinada, con un característico olor a miel (atrae a las abejas) y refinada con un color crema casi blanco.

Existen también ceras sintéticas que substituyen las características de esta cera.

Cera Carnauba. Es una cera que se obtiene de las hojas de una palma brasileña que también es conocida como el "Árbol de la Vida". La planta crece en las regiones noreste del Brasil, alcanzando una altura de 8 a 14 metros.

De precio muy alto en México es sin embargo una cera de calidad muy especial pues se utiliza en la combinación de ceras para modelar para incrementar la dureza y se utiliza mucho como elemento básico en los mas finos recubrimientos y barnices de muebles finos de madera y para la protección de las pátinas de bronce. Se funde a entre 82 y 83° C.

Parafina. Otro elemento necesario en una mezcla para el modelado es la parafina que es así como la anterior, un derivado de la petroquímica. Cabe mencionar que la cera micro cristalina se denomina también en ocasiones parafina ámbar y la parafina que ahora mencionamos sería entonces necesario diferenciarla como parafina blanca. Esta es la cera utilizada en las velas comerciales mas económicas pues debemos decir que con todas las ceras hasta aquí mencionadas se pueden hacer velas o bujías. Desde luego hay muchos tipos de parafinas algunas llamadas macrocristalinas otras microcristalinas

Las parafinas macro-cristalinas funden entre 50 y 53° C.

La parafina blanca es económica y también de mayor dureza que la cera micro cristalina. Aunque se puede omitir este ingrediente y obtener una mezcla muy adecuada algunos escultores prefieren incluirla. Su función en la mezcla es dar resistencia aunque en exceso puede hacer una mezcla quebradiza y poco modelable.

Parafina Ámbar o Cera Microcristalina. Por su precio es el elemento básico de las ceras para modelar. Son un subproducto del petróleo. Hay diversos tipos pero la mayoría funden entre 74 y 88° C.²¹

Brea Cristal o Colofina.- Es la resina que fluye de varios árboles sobretodo el *Cercidium Praecox* y otras variedades coníferas, en México²² se produce sobretodo a partir del pino ocote (*Pinus Pseudostrobus*), generalmente las variedades adecuadas para la producción de aguarrás son también productoras de esta resina. Fue durante mucho tiempo el principal producto de exportación de Finlandia durante los siglos XVII y XVIII pues se utilizaba en la producción de barcos de madera pues se utilizaba en carpintería como adhesivo y barniz brindándole a la madera una cualidad de impermeable evitando su putrefacción y humectación.

Es otro elemento que se debe incluir en la preparación de ceras para modelar, pues da a la mezcla cualidades de flexibilidad y evitan sea quebradiza, aunque cuando se usa en exceso la brea hace que la mezcla se vuelva chidosa.

Dado que en comparación a las ceras y parafinas, la brea tiene un grado de fusión mas alto debe fundirse aparte, pues de otra forma no se integrará a la mezcla correctamente. Ya fundida aparte la brea se debe verter sobre la mezcla de ceras también fundidas y aun a pesar de esta muchas veces forma sedimentos que se van al fondo y presentan algunos problemas al integrarse como grumos, sin embargo su presencia en la mezcla es importante y solo en los casos de cera para moldes que no se va a modelar puede omitirse este componente.

La proporción de los elementos en la mezcla puede variar de acuerdo al gusto particular del escultor. Si prefiere una cera para modelar mas dura tendrá que aumentar la cantidad de candelilla o parafina, si prefiere una mezcla mas chidosa aumentará la cantidad de brea. Siempre sobre la base de los siguientes porcentajes:

Cera micro cristalina 65%
Candelilla 20%
Brea Cristal 10%
Parafina Blanca 5%

Opcionalmente la mezcla se puede colorear al gusto del escultor para que durante el modelado y por acción de la luz se pueda apreciar mejor los volúmenes. Muchos escultores afirman que los colores claros habilitan mas la percepción de los volúmenes, otros opinan lo contrario y los hay quienes pensamos en la utilización de colores

²¹ Los datos técnicos se han obtenido de <http://www.spwax.com/spparaff.htm>

²² En los estados de Durango, Guerrero, Jalisco y Michoacán

neutrales como la opción mas adecuada. Dado su punto de fusión mas alto la brea debe fundirse aparte y añadirse al final cuando el resto de los componentes aún están líquidos.

Por cuanto a los pigmentos es muy importante considerar el origen de los mismos pues algunos pigmentos sobre todo de origen mineral son sumamente tóxicos y corremos riesgo de intoxicación o envenenamiento pues la cera estará en contacto con nuestras manos y eventualmente podría incluso entrar a nuestro organismo a través de la boca.

Los pigmentos grasos desde luego son los indicados para teñir la cera, otros pigmentos en polvo son difíciles de mezclar y se corre el riesgo citado de toxicidad si se desconoce su composición. Los pigmentos grasos son en general de formulación vegetal. La utilización de pinturas al óleo es total mente inadecuada pues también al teñir la cera hay que considerar que los pigmentos al ser fundida la cera desaparezcan. Con la mayoría de los pigmentos no específicos se corre el riesgo de que sedimentos y residuos se adhieran a las paredes del molde al fundirse la cera produciendo defectos en la pieza sea fundida o vaciada en frío.

Comercialmente las ceras y parafinas se obtienen en almacenes de ceras conocidos como cederías, las casas que comercialmente venden ceras y velas no tienen el producto en lingotes o marquetas (como se les llama en el ramo) que es por lo general la presentación que mas le conviene al escultor. Tanto la cera microcristalina o parafina ámbar, como la parafina blanca y la cera de candelilla se obtienen en estos comercios.

La Brea cristal se obtiene en droguerías especializadas.

Los pigmentos grasos se obtienen en casas comerciales específicas de estos productos en el capítulo final se mencionan algunos proveedores comerciales en México.

Para quien quiera obtenerla ya preparada puede comprarla en Diamantex (<http://www.diamantex.com/Catalogo/ceraperdida/modelado.htm#para%20escultor>)

Al final de este estudio se encuentra un listado de proveedores en la Ciudad de México.

Trabajo de Modelado. Uno de los principales secretos para el manejo exitoso de la cera en el modelado es el control de la temperatura. La cera es un material que a mayor temperatura es mas suave y fácil de modelar y cuando se encuentra frío es muy dura mas sin embargo resistente.

La cera se puede calentar y fundir para luego dejarla escurrir sobre una placa de piedra, granito o mármol para que al empezar a enfriar se tome con las manos y aun caliente se modele rápidamente. Ya fría la mayoría de las preparaciones de cera para modelar se tornan muy duras al modelado manual.

Algunos escultores gustan de utilizar estiques del llamado acero plata que en realidad no contiene plata sino que es una aleación de hierro de baja conducción térmica. Estos estique los suelen calentar en una parrilla eléctrica y se obtiene un modelado muy característico.

Opcionalmente la cera se puede calentar exponiéndola a un foco de luz infrarroja o un radiador térmico teniendo las correspondientes precauciones para no sufrir quemaduras. También se pueden utilizar pequeños sopletes de gas para fundir la superficie de la cera y obtener efectos muy interesantes o lograr ablandarla. Hay quienes incluso calientan la cera en agua. Todos estos métodos son adecuados dependiendo del gusto y preferencias de trabajo del escultor.

b) Preparación del molde.- Una vez terminado el modelado se debe considerar la forma en que posteriormente a la eliminación de la cera entre la resina plástica en el molde para considerar dos factores importantes, por donde y como escurrirá la cera derretida sin quedar en el interior del molde residuos y como y por donde entrará la resina plástica.

Como en el trabajo de la cera perdida para fundición de bronce es posible que se requiera de elaborar canales y vertederos por donde entrará la resina y/o perforaciones por donde la cera escurra sin quedar atrapada.

A diferencia del proceso de fundición donde la cera se deja en el horno hasta que se evapora todo rastro de la misma en este proceso no es necesario sino solo certificar que la cera escurra completamente y si una delgada película de cera queda adherida a las paredes del molde esto ayudará a retirar los trozos de molde que serán rotos y desprendidos.

Es claro que esta técnica solo funciona para piezas únicas y en caso de que se pretenda obtener mas copias sería necesario hacer un molde rígido de piezas acoplables y de utilización múltiple o un molde flexible para elaborar varias ceras implicando procesos de moldeo tradicionales.

El material para el molde será yeso que en puede mezclarse con arena sílica cernida. La arena sílica se obtiene comercialmente ya cernida en diversos grados de finura y tiene como función cuando así se requiera permitir que el molde pueda resistir mas altas temperaturas.

La figura de cera con sus opcionales canaletas y vertedores se cubrirá con yeso aplicándolo con cuidado de no dejar burbujas. La preparación del yeso es importante en cuanto a la proporción de agua y la temperatura de la mismo.

Para figuras grandes resulta muy práctico aplicar una segunda capa de yeso ahora reforzada con tela (la denominada manta de cielo) o las vendas preparadas para enyesar en medicina huesos rotos en este caso es importante tener cuidado con no calentar demasiado el molde para derretir o desprender la cera.

Para lograr que toda la cera se elimine se puede proceder como se hace en las fundiciones de bronce a colocar los moldes en hornos especiales y dar un largo periodo de quemado de manera que la cera que no encuentra la manera de salir escurriendo se evapora, sin embargo dependiendo del diseño de la escultura y el molde es factible mantener temperaturas solo suficientes para fundir la cera y mover el molde para que toda la cera salga del molde.

Cuando el molde no se ha calentado en exceso suele quedar una película delgada de cera que puede ser adecuada y funcionar como agente desmoldante.

Desde luego antes del vaciado de la resina es necesario dejar enfriar el molde.

Los tipos mas adecuados de polímeros para el vaciado son en primer lugar la resina epóxica o bien la poliéster. Las mismas consideraciones que se mencionan en el punto 6.1.2.1.1. Resinas líquidas gelables para Vaciados deben tomarse en cuenta aquí así como la utilización de cargas para texturas y acabados de la pieza.

6.1.2.3. Polímeros para vaciarse en moldes.

Las Resinas Catalizables son componentes generalmente líquidos o gelatinosos que tras un proceso de catalización endurecen y se solidifican. Todas estas resinas están constituidas por dos o mas elementos separados que al mezclarse se produce una reacción molecular que altera las propiedades de los componentes por separado y se constituyen en el elemento definitivo.

En ocasiones existe un elemento adicional llamado acelerador que habilita justamente la aceleración del proceso de fraguado y todo caso tendremos un catalizador que habilita la reacción.

Eventualmente existen otros agentes que sirven para dar cuerpo o características superficiales particulares (imitación de otros materiales como mármol o metal). Estos agentes se denominan cargas.

6.1.2.3.1. Resinas líquidas gelables para Vaciados. Resinas Poliéster y

Aquí las resinas se mezclan con el catalizador y con relativa rapidez (aun en estado líquido) son vertidas a un molde donde se endurecen para finalmente ser extraídas del molde.

Resina Poliéster. Económica, accesible comercialmente y de uso muy extendido. Tiene el inconveniente de presentar un alto índice de contracción (hasta incluso superior al 10%) al catalizar, este inconveniente se puede reducir al introducir cargas. Por tanto no es muy estable dimensionalmente durante el catalizado. La resina endurecida de no tener un refuerzo interno no es muy resistente al impacto, sin embargo muy fácilmente se puede desbastar o lijar para hacer correcciones como eliminar las juntas del armado del molde, etc.

Se pueden con estas resinas lograr muy buenas imitaciones de otros materiales y con la utilización de cargas y pigmentos adecuadamente se logran excelentes imitaciones

(mármol incluso vetado, diversos tipos de metales y piedras, madera, etc.), el aspecto mas interesante desde la perspectiva artísticas es que se presta para la experimentación y combinación de texturas y creación de nuevas apariencias hápticas.

Eventualmente se puede hacer vaciados transparentes, aunque de calidad inferior al acrílico.

Bueno para aplicaciones en exteriores cuando se solicita una preparación con cargas o estabilizadores a la acción de los rayos ultravioletas del sol.

Un inconveniente es que la resina es relativamente tóxica a la respiración durante el preparado.

En ocasiones produce alergia cuando se usa por tiempos prolongados.

Resina Epóxica. Aproximadamente entre 3 y 4 veces mas costosa que la resina poliéster. Mucho menor índice de contracción durante el catalizado y muy estable dimensionalmente. Muy resistente al impacto. Mucho mayor dureza superficial, mas resistente al rayado pero mas difícil de pulir o desbastar para correcciones.

Las posibilidades de imitación de materiales es similar al poliéster.

La adhesión al molde es mucho mayor que la del poliéster y en ocasiones esto puede causar el problema de que sea necesario el uso de desmoldantes y aumente el riesgo de que la pieza se pegue al molde.

A la acción del los rayos ultravioletas esta resina tiende a degradarse mas rápidamente que el poliéster y no hay cargas o estabilizadores para garantizar una gran duración en exteriores a menos que se pinte con pinturas resistentes a aquella acción degradadora.

Menos tóxica a la respiración durante la preparación que el poliéster pero peligrosa por la posibilidad de ingestión de residuos que queden adheridos en las manos.

Resina Acrílica. Costosa. En volúmenes grandes sufre deformaciones al catalizar. Su utilización se da sobretodo para lograr vaciados transparentes de gran calidad. Por su inestabilidad dimensional no registra tan bien los detalles del molde. La cualidad superficial de los vaciados es sin embargo de gran calidad.

Poco tóxica.

6.1.2.3.2. Resinas líquidas flexibles para Vaciados. Plastisoles.

Es factible obtener una escultura en un material elástico, tal es el caso de las mascararas utilizadas en el cine para maquillaje de personajes fantásticos o el caso de algunos juguetes y muñecas cuya superficie imita la textura y flexibilidad de la piel. Tales característica similares a las del silicón de los moldes se logra con los llamados plastisoles. Otro referente de este material lo podemos tener en los mangos de algunas pinzas para trabajo de reparaciones eléctricas.

Los plastisoles son el resultado de dispersar **Cloruro de Polivinilo (PVC)** y un plastificante, de tal suerte que el material que se obtiene es altamente flexible y con características de resistencia física, química y eléctrica muy favorables.

La preparación de esta resina se comienza con un preparado líquido el cual puede verterse sobre un molde abierto dado que la resina tiene gran viscosidad esta se adhiere al molde logrando un espesor mas o menos uniforme suspendido en la resina se encuentra un plastificante el cual mediante la acción del calor (entre 175° y 250° c) se produce una vulcanización y el conjunto se solidifica sin embargo en este momento el compuesto es quebradizo por lo cual se debe volver a calentar a una temperatura de ___ para que se produzca un curado tras lo cual el plastisol adquiere la gran flexibilidad que lo caracteriza.

Comercialmente se disponen de tres tipos de plastisoles:

El de uso general que proporciona las características mencionadas y permite ser añadido con cargas y pigmentos especiales.

La resina de superficie clara que es un plastisol translúcido que en algunos casos puede ser pigmentado, aunque ligeramente mas costoso su superficie es mas tersa y flexible y su uso para juguetes mas adecuado pues a diferencia de la mayoría de los PVC que son tóxicos a su ingestión este plastisol puede alcanzar el grado alimenticio es decir que se llega a usar como envase de alimentos.

La resina Foam que es un plastisol similar al EVA es decir que tiene un aspecto espumado.

En escultura los plastisoles pueden aplicarse a proyectos donde se requiera de formas flexibles (mascaras que no entren en contacto mucho tiempo con la piel, esculturas estirables o inflables, etc.) o bien como recubrimiento de estructuras metálicas de manera que estas tengan una capa acojinada que además le dará excelente protección a la intemperie (en este caso se requerirá de cargas y pigmentos resistentes al intemperismo). Mucho mobiliario metálico para exteriores es recubierto con plastisol.

La aplicación de los plastisoles es accesible al escultor pues para el fraguado y curado se pueden usar hornos comunes siempre y cuando el tamaño del horno sea suficiente, el proceso de doble calentado puede resultar engorroso sin embargo existen talleres comerciales sobretodo allá donde se realizan recubrimiento de estructuras metálica que pudiera utilizar el escultor.

Desde luego que el mencionado calentamiento de las piezas requiere que cuando se usa en moldeo el plastisol requerirá moldes metálicos que permitan el calentamiento en las temperaturas mencionadas. Tales moldes implican un gasto especial aunque pueden ser substituidos con molde de resina epóxica reforzada, aquí el requisito es que el molde se caliente uniformemente dispersándose a lo largo de toda la pieza el calor necesario para el fraguado y posterior curado.

6.1.2.3.3. Resinas espumables para Vaciados.

Poliestireno espumado Poliuretano expandido rígido y flexible.

Similares a las anteriores solo que como parte de la reacción química de los componentes estos ya combinados se espuman aumentando el volumen y llenando el molde. En este caso por tanto el molde no es llenado totalmente como en el caso anterior sino que se llena parcialmente y se tapa esperando que el espumado llene el espacio faltante. El resultado final al ser espumado tiene un menor peso específico que el de las resinas líquidas. El espumado no es uniforme dado que al llegar a los límites del molde el tamaño de las burbujas se reduce aumentando la fidelidad de reproducción de la que será superficie exterior de la pieza. Este fenómeno produce una “piel dura” y exterior esponjoso que puede ser favorable en el caso de la fundición.

Resina espumable de poliuretano rígido.

Económica. Resina de dos componentes que espuma en función del batido, la temperatura y la libertad de espumado (volumen libre disponible en el molde). Bajo índice de contracción, la estabilidad dimensional es mala y tarda en lograrse mucho tiempo (pocos días). La fidelidad de reproducción es muy buena al reducirse el tamaño de las burbujas al aproximarse a la superficie efecto “piel dura”.

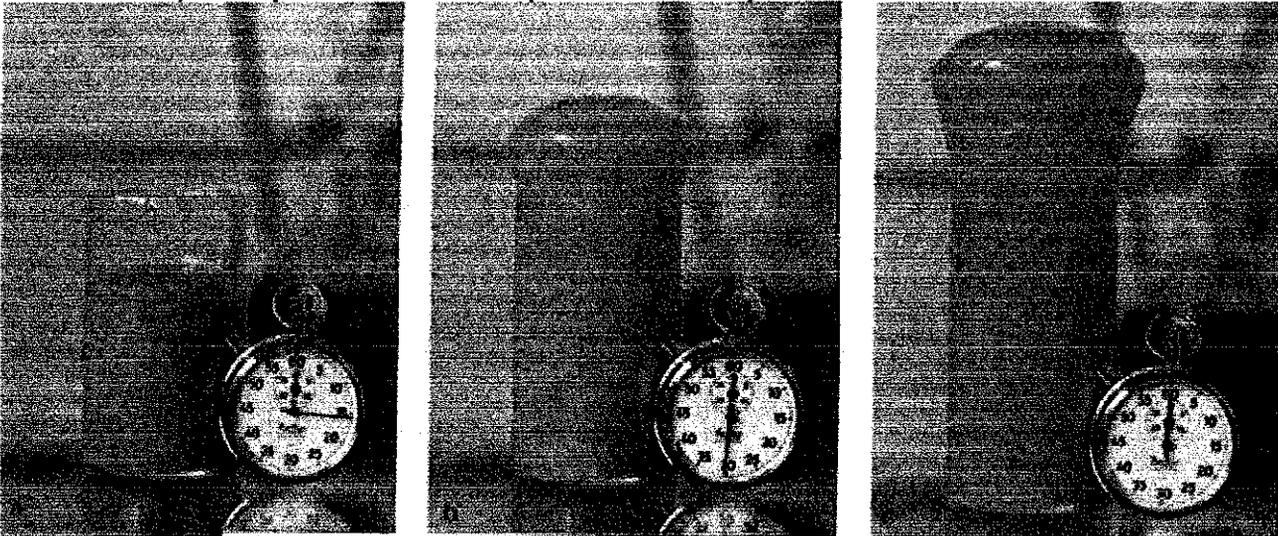


Imagen 78.- Se muestra el tiempo en segundos que tarda en espumar ya batidos los dos componentes de la espuma de poliuretano rígido.

Excelente relación peso-volumen (se obtienen piezas muy ligeras) pero relativamente frágiles. Difícil de lograr el control sobre la calidad y densidad del espumado, requiriéndose de práctica y control de la temperatura.

Bajo riesgo de toxicidad.

Se trata de resinas que durante el proceso de gelado bien por reacción de los componentes que las conforman y/o con ayuda de batido mecánico se produce un espumado, un consecuente aumento de volumen y el material por tanto se expande.

Comercialmente el escultor puede obtener los componentes y preparar el espumado o comprar bloques ya preparados en diversas densidades, ambos aspectos se tratan en el punto relacionado con la talla (6.2.1.).

Así mismo en ese punto se habla de la posibilidad de obtener botes tipo “Spray” con la resina lista para espumar al aplicar al presionar la boquilla.

Eventualmente pueden resultar prácticos en este caso, evitando el engorroso preparado de los dos componentes siempre y cuando se trate de modelos para vaciados pequeños pues el costo de estos botes es mucho mayor en proporción al volumen de material finalmente logrado y así mismo será necesario que los originales no tengan mucho detalle y los molde tengan pocos recovecos complicados en el interior, dado que cuando la preparación se hace con los componentes líquidos la posibilidad de que el liquido entre en esos detalles es mayor ya que con los botes desde que sale el material de la boquilla ya empieza a espumar, así mismo el efecto de piel dura se logra mejor con la preparación a partir de los componentes líquidos.

Resina espumable de poliuretano flexible.

Económica. Muy similar en todas sus característica a la espuma rígida, excepto que la fidelidad de reproducción es mucho menor y las piezas no son frágiles gracias a la flexibilidad del material. Altamente combustible.

Foam Látex.

Esta resina tiene gran aplicación para usos cinematográficos tanto en escenografía como en maquillaje y para el logro de efectos especiales tales como disfraces para cubrir completa o parcialmente el cuerpo de los actores, cubiertas para robots controlados por computadora, etc.



Son compuestos de látex natural que con ayuda de polímeros y espumantes logran las siguientes características:

Extraordinaria flexibilidad.

Alta fidelidad en el copiado de detalles del molde.

Muy buena tolerancia al contacto con la piel. A diferencia de otros polímeros y dada la utilización de compuestos naturales las máscaras o disfraces producidos con foam látex no producen sudoración excesiva ni reacciones alérgicas.

Reciben acabados de pinturas con facilidad, bien aplicadas con brochas pinceles o aerógrafo. Las mas utilizadas son pinturas de base agua y que no produzcan alergia en el usuario.

Relativamente buena resistencia al desgarre.

Sus desventajas son principalmente:

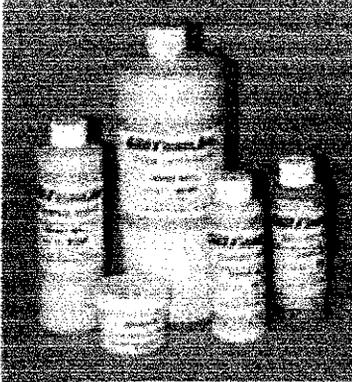
Durabilidad reducida pues es atacada por agentes degradadores como bacterias, hongos, humedad, etc.

Alto costo de las resinas y de las herramientas para su trabajo.

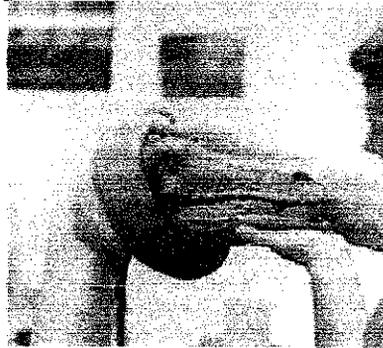
Difícil acceso.

Requiere ser trabajado con prontitud.

El foam látex o látex espumado constituye un elemento fundamental para el trabajo del escultor que trabaja para el cine. Los costos de las resinas así como de las herramientas necesarias para su trabajo son sin actualmente muy altos y su disponibilidad comercial se reduce al mercado especializado norteamericano.



La presentación comercial básica constituye en los componentes de la resina, espas de batido y un aplicador parecido a una gran jeringa o duya de pistón que se usa para aplicar sobre el molde la resina ya batida y preparada.



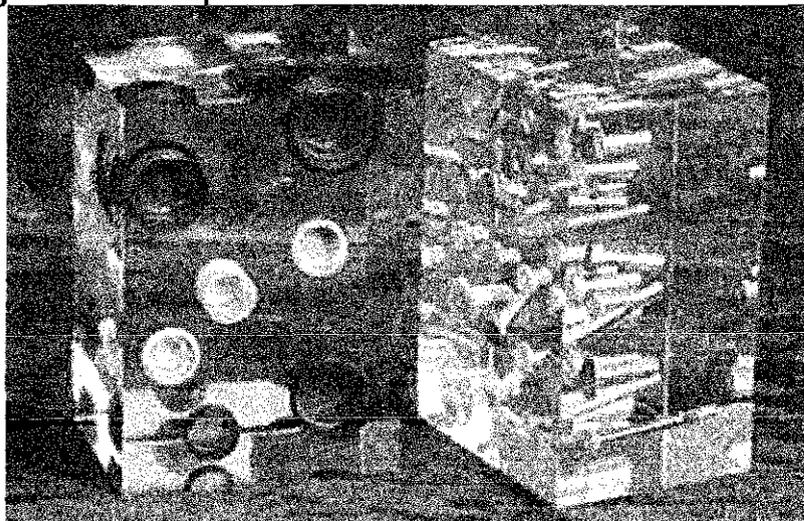
Imágenes 73, 75, 76 y 77.- El foam látex se utiliza también para robots controlados por computadora donde el látex recubre una estructura mecánica. Estos implementos se han dado en llamar animatronix.



6.1.3. Encapsulados.

Por encapsulado entenderemos un proceso en el que una pieza escultórica o forma tridimensional cualquiera se cubre de una resina plástica translúcida o transparente.

Por encapsulado se entiende comúnmente un proceso donde una resina plástica conserva y protege un objeto del exterior. Artesanalmente se suelen encapsular insectos, arácnidos, conchas marinas, etc. Sin embargo ya varios artista han incursionado en el encapsulado de diversos objetos y organismos. Muchas veces se tiene una forma envolvente en forma de paralelepípedo (como cuando se encapsula un insecto en un cubo de acrílico) , alternativamente se suelen usar otras formas como la esférica u otra geometría simple.



En ocasiones se puede obtener una forma exterior diferente para lograr el interesante efecto de dos formas simultáneas una contenida dentro de otra transparente bien solo se pretende que la resina impregne totalmente la pieza para reforzarla o protegerla contra la descomposición. A diferencia del barnizado que solo cubre la superficie exterior el encapsulado puede impregnar totalmente el volumen de la pieza impregnándose con el material. Opcionalmente la resina cubre por fuera la pieza sin impregnarla pero la contiene y logra una forma exterior diferente.

En todo caso es importante considerar los siguientes factores cuando se opta por el encapsulado:

- a) Adhesividad al material utilizado como textura.
- b) Adhesividad al material de la escultura.
- c) Grado de saturación de la resina utilizada como medio (dado que la resina tiene desde luego una textura particular).
- d) Reacción del material del objeto encapsulado al recibir la resina. Algunas resinas generan calor durante el gelado o los solventes utilizados para dar fluidez a la resina pueden alterar la pieza encapsulada.
- e) Interacción de los grados de contracción y dilatación entre la pieza y la resina.

Una pieza encapsulada que se contraiga o dilate por efectos de cambios de temperatura de manera muy diferente que la resina puede producir roturas o craquelados indeseables si se expande demasiado o desprendimiento de la resina en el interior si se contrae demasiado (normalmente toda resina utilizada en los encapsulados produce un efecto de barnizado en la superficie de la pieza), si la pieza se contrae puede desprenderse total o parcialmente de la resina.

f) Permanencia de la pieza, es decir que hay que considerar si la pieza no sufrirá una descomposición (putrefacción, desecado, etc.) no prevista al paso del tiempo dentro del encapsulado.

g) Estabilidad dimensional de la resina. Debido a contracciones internas y su interacción con la pieza, la resina puede deformar la pieza o eventualmente deformarse el conjunto.

h) Reducir al mínimo la cantidad de catalizador para evitar contracciones y fracturas de la pieza .

i) Finalmente resistencia de la resina a la intemperie. En ocasiones el material del encapsulado es muy sensible a la acción de la intemperie o de los cambios súbitos de temperatura.

6.1.4. Conformación por Termoformado. Proceso de termoformado, laminados y moldes.



Aquí hablaremos de que la escultura o parte de ella será conformada mediante un proceso en el cual un laminado de polímero se reblandece por calor e inmediatamente el laminado se adhiere a un molde, muchas veces gracias a la generación de un vacío. Ya enfriado el laminado se retira del molde definida ya su nueva forma.

Imagen 79.- Relieve en resina y una copia en laminado de estireno termoformado

Láminas Termoformables.

Se tratan de elementos prefabricados laminados de ciertos plásticos que tienen la posibilidad de tras ser calentados y succionados sobre un molde adquieren la forma del molde. Este proceso es rápido y se realiza en una máquina que calienta con resistencias eléctricas el laminado, luego la baja hasta hacer contacto con el molde y hasta cubrirlo al tiempo de que en la superficie plana y cribada sobre la que descansa el molde se acciona una cámara de vacío para forzar al laminado a conformarse al molde. Este debe tener desde luego la posibilidad de ser desmoldado.

Los principales materiales utilizables son:

Acrílico Laminado (transparente u opaco).

PVC espumado y laminado (nombres comerciales en México, Cintra o Trovisel).

Estireno.

Acetatos o micas plásticas.

PET.

Los espesores de estos laminados varían de entre décimas de milímetros hasta cerca de 7 mm. A mayor espesor el detalle o fidelidad de copiado del molde se reduce

bastante y se requiere de máquinas mayores que sean capaces de generar mas calor y mayor vacío. La resistencia del laminada ya termoformado desde luego aumenta.

6.1.5. Adición y manipulación de prefabricados. Elaboración de escultura y estructuras de cuerpos escultóricos.

Por adición estructural entenderemos un proceso donde la escultura se integra mediante el añadido de otros elementos ya formalmente definidos, es decir que aquí se añade no un material modelable o deformable sino elementos ya preparados los cuales generalmente son productos industriales.

En este capítulo incluimos tanto la posibilidad de que estos elementos integren la escultura final (que en adelante llamaremos escultura estructural por darle una denominación) o alternativamente la estructura interna de una escultura que se cubrirá posteriormente (que denominaremos estructuras para esculturas).

6.1.5.1. Perfiles, conectores, laminado y otros elementos plásticos prefabricados, acrílicos, poliuretanos, PVC rígido y espumado, laminados de espuma de poliuretano flexible.

Actualmente el escultor preocupado por generar nuevas formas con los materiales disponibles puede encontrar en el sinnúmero de elementos prefabricados opciones para sus construcciones. Los tubos de PVC y otros polímeros para instalaciones hidráulicas y sanitarias, para instalaciones eléctricas, así como la multitud de conectores en forma de codos, perfiles T, Y, etc. Anillos de hule, regatones botones, molduras para infinidad de usos, etc. ,etc. Todos estos elementos pueden constituir una estructura para ser cubierta con otro material como barro, cera, etc. o bien ser el material externo de la escultura.

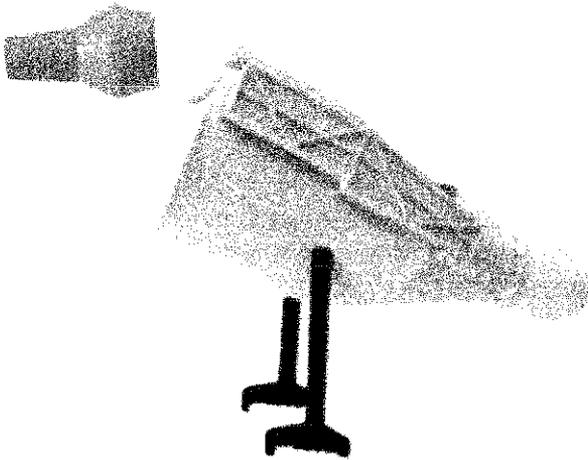


Imagen 80.- “Pato” de Plástico John Plowman. Escultura realizada con piezas fabricadas en plástico.²³

Así mismo como los escultores de décadas pasadas utilizaron la chatarra metálica para sus trabajos ya el mismo fenómeno se presenta con los que optan por los deshechos de plástico.

A continuación analizamos los principales elementos factibles de ser usados aunque la lista puede ser interminable.

²³ Se describe su realización en la Ref. Bibl. No. 29.

El **acrílico** (conocido en algunos países como metacrilato y correctamente designado desde la perspectiva química como acril-metacrilato) es uno de los polímeros mas socorridos en la escultura estructural por su excelente presentación. Su transparencia solo comparada con el cristal, su facilidad de manejo , maquinación (corte, termodoblado, termoformado, pulido, pegado, etc.) su relativa resistencia, ligereza y la disponibilidad de prefabricados en diversas presentaciones que van desde laminados, barras y perfiles de variados diseños, así como la posibilidad de preparar resinas catalizables para vaciados.

Es, sin embargo, un material relativamente costoso si lo comparamos con otros plásticos. Si consideramos por otro lado que por la presentación que tiene no requiere pintura tal vez esta asignación de material costoso deba rectificarse.

Un inconveniente que se le puede atribuir es al compararlo como material con el vidrio o el cristal por su transparencia, si bien el acrílico gana en el aspecto de menor fragilidad y mayor ligereza, pierde si, en su dureza, es decir que se ralla con cierta facilidad y con el tiempo y por la simple acción de ser limpiado del polvo si no se tiene especial precaución de utilizar paños suaves para limpiarlo y pulirlo periódicamente, su cualidad superficial se degrada un poco al rayarse.

A pesar que el acrílico ha incluso desplazado al vidrio en objetos de gran uso como son las gafas, gracias a su transparencia y su ligereza y sobretodo debido recientemente a tratamientos que aumentan su dureza alargando su vida útil, estos tratamientos no son disponibles prácticamente al escultor y el artista deberá considerar este material con ya mencionadas ventajas y desventajas.

Laminados acrílicos.- En el mercado se encuentran con relativa facilidad extenso surtido de laminados acrílicos en presentaciones totalmente transparentes, laminados transparentes con adición de color, translúcidas y opacas. Se pueden encontrar en diversos espesores bien en denominación de milímetros o fracciones de pulgadas y en largos y anchos normalizados 1.22 X 2.44 mts. es el tamaño normal de la hoja de acrílico disponible en México. Las hojas vienen protegidas con un papel o folio plástico adherido que se desprende con facilidad aunque conviene dejarlo el mayor tiempo posible para evitar el rayado.

Los laminados acrílicos se pueden maquinar siguiendo los siguientes procesos de taller: Calado, Corte con sierra circular, Termodoblado, Termoformado, Fresado y Torneado.

6.1.5.2. Laminados de espuma flexible y rígida. Poliuretano expandido flexible o hulespuma. Laminados de PVC espumado.

Los principales laminados disponibles en el mercado mexicano son la lámina cintra y el trobisel que poseen una flexibilidad limitada. Son factibles de trabajar en los procesos térmicos como el doblado térmico, el termoformado, etc.

6.1.6. Texturas.

Impregnación con materiales texturizados. Goteado. Esparcido. Conformado y texturizado con folios, textiles y fibras (folio de Aluminio, folio de Poliuretano). Cargas.

En este capítulo se analizarán las posibilidades de añadir a la escultura texturas con el apoyo de resinas plásticas. Este proceso de texturización se da gracias a la capacidad de las resinas de comportarse como medio aglutinante de otros materiales o como por otra diversas cualidades de plasticidad, adherencia, etc.

En esta sección se propondrán diversas técnicas para añadir texturas algunas propias de la escultura, otras transferidas de la pintura, el grabado y el collage.

Por textura entenderemos la cualidad superficial de los objetos.

Entenderemos entonces que la disposición que presentan entre si las partículas superficiales de un cuerpo le dan una apariencia particular, de esta manera se diría que hay tantas texturas como tipos de superficies existen y aun mas. Al hablar de textura vendrán a la mente características como las de un material irregular, rugoso, poroso, suave, dura, brillante, mate, Lisa, etc.

En todo caso la manera de percibir estas propiedades se dan a través tanto del sentido de la vista como del tacto.

En función de lo anterior podemos clasificar las texturas como **visuales** y **táctiles**.

Una escultura puede o no tener la textura del materia con que fue producida, la cualidad superficial de la misma puede ser modificada según las técnicas utilizadas en el acabado (pulido, tipo de tallado, etc.) o bien por que les añade sustancias adicionales (barnices, pinturas, materiales texturizantes, etc.)

Nos encontramos ante una variante de las pátinas que se tratan en el punto 6.4 . Aunque el concepto de patina como vocablo se relaciona mas propiamente con el efecto de un proceso típicamente el paso del tiempo es también entendido como la imitación de otros materiales.

En este caso entenderemos este añadido de texturas mas como el tratamiento superficial añadiendo una apariencia particular con propósitos artísticos. Así mismo puede en muchas ocasiones coincidir las distinciones de textura visual para las patinas y textura táctil para esta modificación de la cualidad superficial mas *matérica*. Esta *calidad matérica* es un valor adicional de la escultura que puede añadir infinidad de significados a la escultura y se incluye por tanto aquí por se una técnica aditiva de material en el trabajo escultórico.

Podemos decir entonces que en cierta forma la resina se comporta de manera similar al los medios utilizados en la pintura, es decir como el aceite de linaza en la pintura al óleo o la goma arábiga en la acuarela. Desde luego en el caso de los medios pictóricos el pigmento esta finamente pulverizado y aquí lo contrario son fragmentos que integran en su conjunto una apariencia visual y táctil diferente a la propia del

material de la escultura a texturizar. Así mismo la resina se comporta como un adhesivo que se pega a la superficie exterior de la escultura.

Cuando se utilizan resinas plásticas para texturizar es necesario considerar diversos factores, algunos de los cuales se mencionan también en el siguiente punto sobre los encapsulados (pues de alguna forma esta manera de añadir texturas es en cierta forma un encapsulado, aunque en muchas ocasiones la resina no cubre completamente a la carga texturizante). Consideraremos entonces:

a) Adhesividad entre la resina y el material utilizado como textura.

b) Adhesividad entre la mezcla y el material de la escultura.

d) Textura propia de la resina y su reacción con la textura de los materiales texturizantes es decir la porosidad o capacidad absorbente de los elementos, dado que cuando es necesario que la resina los cubra totalmente puede resultar contradictorio el efecto de la textura propia del material texturizante y el de la resina. Un ejemplo cotidiano para visualizar esto es el muy utilizado efecto del papel maché donde a menudo se produce con resinas vinílicas. La pieza resultante si se impregna demasiado con resina no tiene la textura mate y suave propia del papel sino la satinada de la resina el efecto correspondiente es muy diferente cuando el aglutinante utilizado es engrudo como suele pasar en los artículos artesanales.

e) Reacción del material utilizado como textura pues en ocasiones como se menciona con algunas cargas se puede inhibir el efecto del catalizador o cuando se utiliza excesivo catalizador y se genera una reacción exotérmica, el material texturizante puede ser afectado.

Aunque no implicando efectos técnicos como los ya mencionados es muy trascendente también mencionar el efecto semiótico del material texturizante. es decir el significado de determinado material utilizado en la textura que afectará los contenidos de la obra artística mas que sus aspectos técnicos.

Técnicas de impartición de Texturas en la Escultura.-

A continuación a manera de propuesta de ideas se describen una serie de técnicas para aplicar texturas a base de polímeros, algunas están inspiradas en técnicas pictórica (estas técnicas tienen nombres franceses en su contexto pictórico que aquí citamos) , del grabado o del collage, otras son típicas de la escultura o de la cerámica y hay ideas nuevas.

Como en el caso de la generación formal podemos distinguir dos categoría para impartir texturas; las aditivas donde los elementos que genera la textura se integran a la escultura y las substractivas donde los elementos generadores de la textura dejan huella al ser retirados.

Técnicas aditivas:

Collage.- El collage como técnica pictórica consiste en la aplicación sobre el bastidor o superficie pictórica de objetos como trozos de papal o tela montados sobre un soporte.

En realidad en el collage los objetos tienen una identidad y significado propio más que el integrar una textura, sin embargo los límites conceptuales entre la identidad de cada elemento y la integración en conjunto de una textura son muy sutiles.

El **Déchirage** es una variante del collage típico donde los papeles y demás elementos que se añaden rotos o rasgados, aquí la identidad de cada elemento se fusiona más con la de los demás y se aproximan más al concepto de textura tradicional.

La transposición a la escultura puede enriquecerse con infinidad de variantes. Así por ejemplo se puede aplicar sobre la superficie de la escultura hojarasca que pueden obtenerse en bosques caducifolios e incluirse junto con bellotas, trocitos de ramas secas, etc.

Así mismo materiales naturales como plumas, trozos de piel de animales con pelaje o sin él, pieles escamadas de pescado, etc.

De manera similar se pueden añadir sobre la superficie de la escultura laminados plásticos o folios metálicos de aluminio u hoja de oro. Una variante a esta técnica se describe más adelante.

En todos los casos arriba mencionados siempre utilizando resinas poliéster, acrílica o epóxica transparente o Acetato de polivinilo (conocida como pegamento blanco para madera o Mowilith).

El **Decoupage** es el recubrimiento total de una superficie con objetos sólidos tridimensionales y el **Assemblage** consistente en objetos aparentemente bidimensionales (en realidad son tridimensionales de proporciones aplanadas, billetes, timbres postales, hojas de rasurar, etc.) pegados sobre una superficie plana superpuestos son variantes de técnicas de la pintura que se pueden resumir en la escultura en el **Ensamblaje**. Dependiendo de la escala y grado de repetición de estos el conjunto se podría considerar como una textura.

El **Goteado o Coulage** es la aplicación de pintura sobre una superficie dejando caer gotas que hiciera popular Jackson Pollock tiene infinidad de variantes que describirán sobre la superficie de la escultura patrones variados.

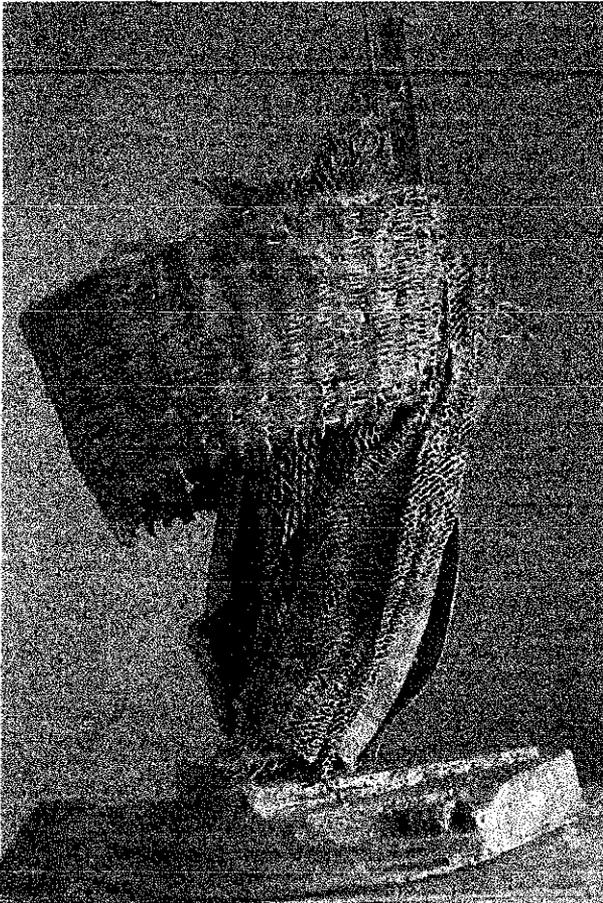
Goteado libre perpendicular a la superficie, **goteo oblicuo** o **rasante**, permitiendo el escurrido. **Salpicado o Ecaboussage** de la resina con ayuda de cepillos de cerdas duras, con precaución se puede con ayuda de un popote soplar resinas no tóxicas como el acetato de polivinilo o de tratarse de resinas agresivas se puede optar por la utilización de equipos de esparcido. **Inmersión** en resinas a manera de los **engobes** de cerámica, cubriendo totalmente o jugando con el escurrimiento, etc.

En todos los casos antes mencionados hablamos de resinas impregnadas con cargas que las espesen y texturicen, dándoles cuerpo, volumen y acabado superficial particular.

El **Flottage** es una técnica también típica de la pintura consistente en colores que se hacen flotar en el agua y transfieren a la superficie al hacerla emerger, en este caso la pintura puede formar interesantes patrones en cuanto a su forma flotando en el agua, así como si se mezclan dos colores flotando sobre esta superficie los tonos se mezclarán también formando patrones originales que no se logran con otros métodos.

Impresión con materiales texturizados. Hablamos aquí de la huella que sobre una superficie blanda deja un material al ser oprimido. En el caso de las resinas se aplican y cuando empiezan a endurecer se

Diferentes textiles de textura gruesa como el yute o la manta sirven para imprimir texturas



Fibras y textiles que se integran con la resina como textura. Hablamos del caso donde los materiales se quedan adheridos en la resina sobre la superficie de la escultura cubiertos parcial o totalmente por ella.

Imagen 81.- “Huanghe” Escultura de Joseph Wesner.

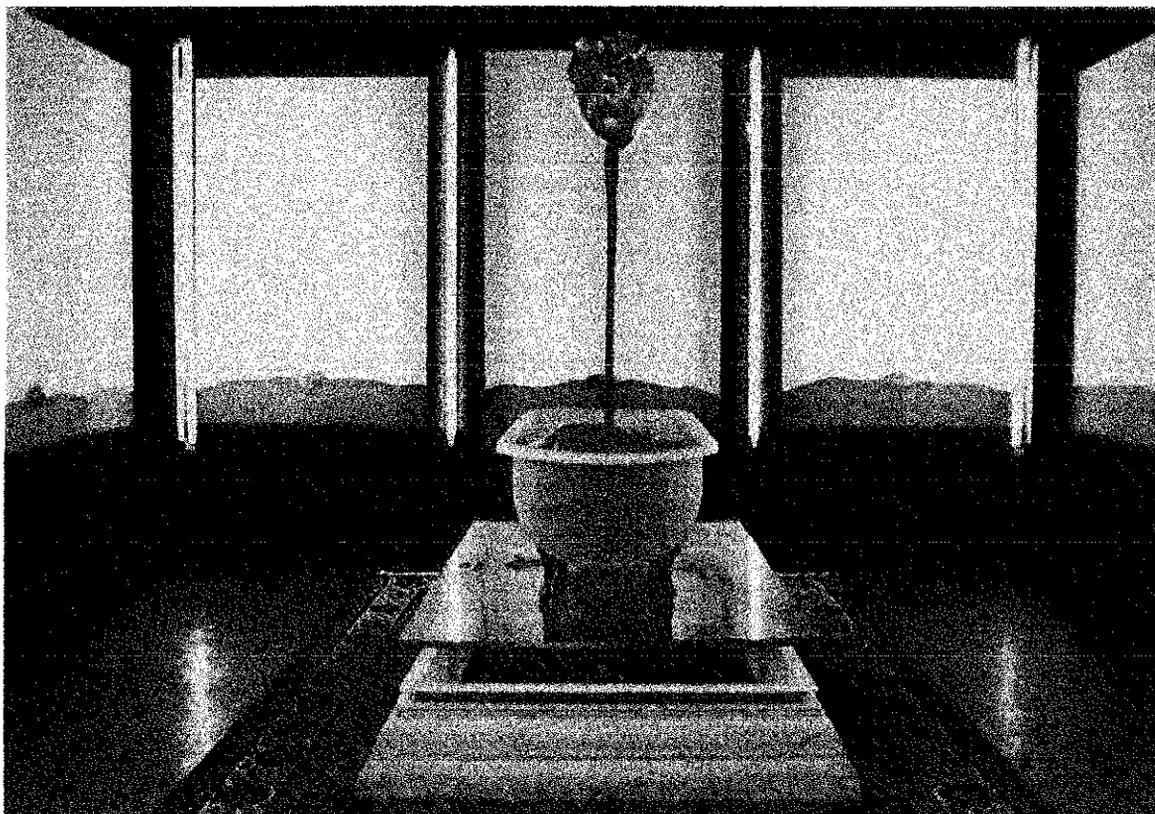
Pueden integrarse también fibras metálicas como la lana de acero conocida comúnmente en México como estropajo o las fibras vegetales del henequén, etc.



Incluso no solo como textura sino integrando el material con su forma propia las resinas nos permiten por ejemplo utilizando trozos grandes de textiles para lograr a la perfección los pliegues del ropaje en el caso de escultura figurativa cosa que con otros procedimientos de talla o modelado es muy difícil lograr.

Imagen 82.- Fat man de Roberto Mallary madera y tela impregnada en resina poliéster

Imagen 83.- “Los Secretos del Corazón” - de Francisco Moyao Instalación-Ambientación de 1994-1995 dimensiones 5.30 X 3.20 X6.80 mts.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Ensamblaje. Es una técnica donde objetos completos se ensamblan para generar un efecto artístico especial, existe la opción donde los objetos son rescatados de otros contextos o creados específicamente para la obra. Es una técnica típica de las **instalaciones y ambientaciones** donde los objetos adquieren un concepto especial en el contexto de sus relaciones y contenidos semióticos.

Elementos pequeños prefabricados en cantidades que en conjunto se integran como textura y pueden ser metálicos como; pequeños tornillos, alfileres, clavos, engranes, rondanas, remaches, balines, etc. , alternativamente pequeños objetos de plástico como botones, fichas, rondanas, empaques, etc. artículos de madera, como palillos, cerillos, etc. de pasta comestible como la gran variedad de sopas y espaguetis, etc. Utilizados en grandes cantidades pueden integrar una textura homogénea o bien como elementos aislados en un collage tridimensional con un significado particular.

Espolvoreado. Aquí nos referimos al caso en que la resina sin carga es aplicada sobre la superficie y en cuando se encuentra en el proceso de catalizado recibe el espolvoreado de una carga, esta puede ser cualquiera de los pulverizados mencionados o residuos de maquinados metálicos (la llamada marmaja).

Mediante esta técnica de espolvoreado se pueden aplicar pigmentos soplándolos sobre la resina y de esta manera se logran emular por ejemplo las distintas pátinas del bronce.

La manera de aplicar el polvo varían desde la utilización de popotes para soplar las partículas, inmersión a manera del capeado de la cocina, se pueden utilizar trapos.

Técnicas substractivas:

Huella de espolvoreado. Aquí nos referimos a cuando ya hecho el espolvoreado las partículas sean trozos grandes o pequeños no son cubiertos por la resina sino que se incrustan para luego ser retirados o disueltos. Hablamos pues de que las partículas no deben reaccionar con la resina inhibiendo su catalizado ni se adhieren con fuerza a la misma.

Partículas de sal o azúcar pueden ser disueltos con agua ya endurecida la resina. También trozos de arena pueden ser impregnados de desmoldante para habilitar su retiro, en este caso es mejor hacerlo cuando la resina no ha endurecido totalmente

El Dépovillage.- que es una técnica típica de la pintura consistente en "Pelar" la pintura, arrancando tiras puede aplicarse en la escultura de la misma forma o encontrar variantes cuando se aplique por ejemplo una capa gruesa de resina y luego iniciado el gelado se aplican fibras impregnadas en un agente desmoldante y previo al endurecimiento de la resina se desprenden las fibras dejando huellas interesantes en la superficie.

Una variante a la técnica de integración de fibras y textiles y a la impresión negativa es el **Conformado** y texturizado con géneros textiles y folios metálicos o plásticos (folio de Aluminio, folio de Poliuretano, telas texturizados). Aquí la resina se aplica muy espesa y en cantidades suficiente Luego se aplica una tela delgada o un folio metálico o plástico que se procede a arrugar sobre la superficie, la resina aún líquida se conformará siguiendo las arrugas del folio metálico o pliegues de la tela o folio plástico. Posteriormente se espera al que la resina endurezca y en el caso de los laminados plásticos como el de poliuretano el laminado se desprenderá sin adherirse a la resina o en el caso de otros materiales se podrán dejar o retirar también si la adhesión con la resina no es muy alta. En algunos casos las telas pueden impregnarse de desmoldante o aplicarse a la resina un desmoldante previo a la aplicación del laminado.

6.1.6.1. Pigmentos y Cargas para Polímeros.

Por Carga entenderemos cualquier elemento que se añade al polímero sin intervenir en su reacción, es decir es un compuesto inerte que tiene la función de impartir a la mezcla propiedades específicas que pueden ser:

El escultor debe conocer estos elementos para lograr que el color en su obra sea un parámetro controlado.

Mejorar las propiedades físicas (mayor dureza, resistencia a la intemperie, retardado de la combustión, etc.)

Para dar cuerpo o espesura y posibilitar su aplicación o habilitar el modelado.

Modificación del peso de la mezcla

Para incrementar volumen de resina necesario.

Para disminuir la contracción durante el gelado.

Para habilitar o inhibir la acción biodegradable del plástico.

Efectos decorativos (Color o textura).

6.1.6.1. Cargas para colorear la resina o Pigmentos.

Para pigmentar las resinas existen en el mercado productos especializados. Los pigmentos pueden ser sales minerales, productos químicos u orgánicos y están disueltos en un medio específico. Los pigmentos para teñir las resinas plásticas tienen la cualidad de dispersarse rápidamente en la mezcla pero como la resina en si puede funcionar como un medio difusor el escultor podrá añadir casi cualquier pigmento a condición de que sea en polvo y no disuelto en un medio que pueda ser repelente a la resina como los pigmentos de base acuosa. Es por este hecho que aunque los pigmentos tengan la capacidad de dar color es conveniente investigar si existen pigmentos especiales para determinadas resinas pues la difusión de los colorantes puede variar y en estas condiciones ciertos productos son mas adecuados que otros.

Especial precaución se debe tener con algunos pigmentos que son tóxicos pues algunos son sales del tipo arseniatos o contener metales peligrosos a la salud como el plomo el mercurio o el cadmio. Ya actualmente las comisiones de salud de diversos países han restringido el uso de esos pigmentos sin embargo es necesario que el escultor se informe bien del tipo de pigmento que se va a utilizar.

Aquel interesado en detallar el conocimiento de los pigmentos puede consultar el libro *Materiales y Técnicas del Arte de Ralph Mayer*.

Las cualidades a considerar en los pigmentos son las siguientes:

Tinte o fuerza de pigmentación. Nos referimos aquí a que los pigmentos no tienen la misma fuerza de pigmentación. Algunos basta unas gotas para que ya den color a un litro de resina mientras que otros requieren una cantidad mucho mayor.

Muy relacionada a esta cualidad es cuando se produce que los pigmentos aun ya secas las resinas migren coloreando otras capas del material o capas de pintura que se hayan sobrepuesto. Algunas personas llaman a esto que los colores de capas ya cubiertas sangran alterando el color de capas posteriores. Tal vez esto se origine en función de que varios pigmentos que dan el color rojo ya que a la vez que tienen gran fuerza de pigmentación suelen tener esta cualidad de emerger capas posteriores de pintura o el material. Colores sintéticos como los azules y verdes de Phtalocianino tienen muy acentuada esta característica.

Transparencia y opacidad. Estas cualidades que se contraponen son muy importantes en el ámbito de la pintura y deben ser consideradas también por el escultor. Los pigmentos transparentes hacen que ante un medio transparente como es el caso típico de las resinas permitirá por ejemplo que al utilizar poliéster reforzado se alcance a percibir las fibras del refuerzo. Un color opaco por el contrario tiene la cualidad de cubrir aun con capas delgadas la superficie pintada.

Permanencia. Se trata de la importante cualidad del pigmento de mantener el color durante el tiempo. Algunos pigmento se ven afectados por diversos agentes como la acción de los rayos ultravioletas, la humedad, el calor, etc.

Esta característica ha conducido en gran medida el desarrollo de pigmentos sintéticos. Algunos colores como los rojos brillantes suelen tener una corta vida y al cabo de periodos de tiempo mas o menos cortos se decoloran.

Las marcas mas reconocidas de pinturas para artistas como Windsor and Newton, Grumbacher y otras recurren incluso a la utilización de series que definen el precio de sus pinturas (acrílicas, óleos, etc.) dado que algunos pigmentos de gran permanencia son mas costosos.

Tono. Esta característica se define por la gama que corresponde al arco iris de los colores visibles. Dos teorías analizan al color como fenómeno óptico; la teoría luz y la teoría pigmento. En la teoría pigmento se proponen tres colores primarios que al combinarse derivan en los secundarios. Los pigmentos bien sean naturales o artificiales no necesariamente se vinculan estos colores básicos. Varios sistemas han tratado de normalizar los colores bien de manera numérica u otros. Algunas marcas comerciales modernas incluso con la ayuda de equipos computacionales hacen la mezcla de pigmentos con precisión para obtener el tono necesario por el usuario.

6.1.61.2. Cargas.

Se podrían clasificar dos grandes grupos de cargas; las Cargas Orgánicas y Cargas inorgánicas y podríamos subdividir este último en cargas minerales y artificiales.

Cargas orgánicas: son aquellos materiales que pueden descomponerse y su origen animal o vegetal, tales como semillas, aserrín, cenizas, papel, etc.

Cargas inorgánicas: son las más usadas para trabajar empastes gruesos y texturas muy variadas.

Descripción de las principales cargas y su utilización:

Se considera como carga a la sustancia o materia que es agregada a un producto con la finalidad de concederle diferentes propiedades, las mismas que pueden ser añadidas a los aglutinantes para lograr un material con más cuerpo o simplemente más espeso, aumentando su densidad matérica o cambiando su textura y estructura original del pigmento.

Las cargas son materiales inertes, entendiendo como tal, una sustancia pulverizada o pigmento inactivo que no provoca un cambio químico y que no se activa con ningún solvente, se les podría llamar también sustancias adulterantes por todo lo expuesto anteriormente.

Se conocen dos tipos diferentes de cargas; Cargas Orgánicas y Cargas inorgánicas.

Cargas orgánicas: son aquellos materiales que pueden descomponerse y su origen animal o vegetal, tales como semillas, aserrín, cenizas, papel, etc.

Cargas inorgánicas: son las más usadas para trabajar empastes gruesos y texturas muy variadas.

6.1.6.2.1. Cargas decorativas, texturizantes y pigmentos.

Efectos decorativos (Color y Textura).

Las cargas o aditivos para efectos decorativos para definir o modificar color y textura pueden ser de diversa índole y por lo general se aplican solo en la capa exterior llamada gel-coat o plastiesmalte.

Para el trabajo artístico se puede pensar en muy diversas cargas adicionales sea que se piense en este material como para dar cuerpo y volumen o para la textura exterior. Según sean los propósitos del escultor puede que desee que el color natural de la carga se destaque o también es factible producir dos mezclas con diferentes cargas o colores y hacer una mezcla parcial de ambas para obtener efectos de tipo veteado. o marmoleado.

Los polvos metálicos son excelente opción decorativa a la resina. Diversas arenas conteniendo conchas y otros organismos marinos lo son también, así mismo se pueden considerar conglomerados de hojas y ramitas, fragmentos de textiles o elementos repetidos como las sopas de pasta con múltiples formas y colores, subproductos industriales como restos de laminados troquelados, tornillos y clavos, balines, etc. Integrados sobre la superficie se puede concebir la textura de la escultura eventualmente como un collage cuyo pegamento es la resina.

Los materiales a continuación descritos pueden ser utilizados como cargas para resinas plásticas, al ser cubiertos por el polímero quedan, por así decirlo encapsulados y dependiendo de las características del material pueden quedar protegidos de la oxidación y en algunos casos los materiales orgánicos (cuando la resina los impregna totalmente) de la descomposición.

Polvos metálicos de aluminio, bronce, cobre, latón, hierro, etc. Este tipo de cargas tienen mucha aplicación en usos escultóricos pues dan un acabado similar al de los metales. Cabe anotar que estas cargas por ser mas pesadas que las resinas tienden a presentar dos problemáticas durante su aplicación. Por un lado cuando se ha hecho la mezcla los polvos metálicos tienden a acumularse en el fondo del recipiente siendo necesario mezclarlos constantemente durante la aplicación para tener un acabado uniforme. Ya aplicados en ocasiones durante el gelado tienden también según como se ubique la pieza a caer al fondo o escurrir, en algunas ocasiones es necesario luego del gelado dar un pulido para destacar la calidad del metal.

Aserrín y polvos de madera. Esta carga está constituida por los fragmentos de madera producidos durante el maquinado son partículas de variado tamaño. Como son producidas principalmente al aserrar la madera con sierras circulares su tamaño y forma es diverso y van desde partículas de polvo hasta pequeñas astillas. Por otro lado cuando la madera se lija se producen polvos que también son utilizables como cargas. Desde luego varían mucho dependiendo el tipo de madera. Es importante considerar que la

madera no tenga humedad que puede inhibir el gelado. Así mismo las maderas resinosas (sobretudo coníferas) pueden también reaccionar con la reacción y producir efectos contrarios a los esperados. Las maderas tropicales por lo general son más estables (caoba, cedro, nogal, etc.) aunque algunas de éstas pueden teñir las resinas (granadillo).

Tierras, barros pulverizados cerámicos y arenas. Diversas tierras y barros utilizables en la cerámica con diversas consistencias pueden ser utilizados como cargas para polímeros siempre y cuando hayan sido totalmente deshidratados y se encuentren pulverizados o desmoronados en partículas pequeñas.

Tierras comunes que puedan contener partículas arenosas son utilizables incluso con residuos orgánicos (humus). Eventualmente esto puede resultar inconveniente dado que el contenido orgánico puede descomponerse por putrefacción cuando la resina pueda impregnar estas partículas el riesgo disminuye, así como cuando estos residuos hayan sido desecados totalmente.

Los barros utilizados para cerámica pueden dejarse secar y tras desmoronarse y eventualmente cernirse también funcionan bien como cargas. Aunque las propiedades de modelado que se logra con los barro de modelado no se suelen lograr al sustituir las resinas al agua a través de la experimentación se lograrán eventualmente resultados positivos cada barro se comportará diferente y como más adelante se trata en el punto a cerca de los plásteres es difícil lograr un medio plástico con las resinas plásticas convencionales. En todo caso el escultor combinará la resina, la carga y eventualmente diluyentes como monómero de estireno en el caso de la resina poliéster, hasta lograr una mezcla homogénea y añadirá el mínimo de catalizador que la experiencia dicte para tener el mayor tiempo posible para el modelado.

En muchas ocasiones en el trabajo de la cerámica para mejorar su cocido se les añade a los barros arenas o chamota (trozos productos de la trituración de barros cocidos) y esta adición, al mismo tiempo, dará a la mezcla mejores cualidades de auto sustentación.

Aquí es necesario pensar que en el modelado de piezas que van a cocerse y no tienen una estructura que los soporte y la pieza debe mantener un grado de humedad uniforme factores que pueden producir que la pieza se deforme. En el caso de que se utilice como medio una resina este problema se elimina pues el catalizado de las partes inferiores del modelado funcionarán como estructura sustentante de las partes superiores. Así pues la escultura irá modelándose de abajo hacia arriba teniendo cualidades de autosustentación no imaginables en el caso del modelado con barro y agua.

Chamota.- Como ya se mencionó se trata de trozos triturados de cerámica cocida. Esta carga puede aportar interesantes manifestaciones de texturas, así como dar a la superficie una resistencia a la erosión.

Porcelana o Caolín.- Carga mineral llamada también arcilla de china o tierra de porcelana son en ocasiones extraídas de suelos especiales o bien areniscas particulares enriquecidas con feldespato). Desde luego para ser aplicables a la mayoría de los polímeros debe dejarse secar completamente pues todo rastro de humedad puede afectar las reacciones de los polímeros.

Arenas de playa o para la construcción. Las arenas de playa son de una composición muy variada, las hay de tipo coralino, las de cuarzo, aquellas con alto contenido de piedritas de río, etc.

En general son muy adecuadas cuando se dispone de medios para su recolección en la naturaleza resultan un material muy económico.

Las arenas coralinas tienen un aspecto muy decorativo muchas veces contienen trozos de conchas de gasterópodos, algas calcáreas, esqueletos de crustáceos, etc. Utilizando resinas transparentes acrílicas, de poliéster o epóxicas, se puede aprovechar la apariencia natural de este material. Cabe destacar que sobretodo las arenas recién recolectadas de zonas donde tuvieron contacto con el mar, se encuentran saturadas de micro organismos, que van desde bacterias hasta pequeños gusanos y crustáceos, por lo que al cabo de pocos días de ser retiradas de la humedad marina estos organismos morirán y entrarán en descomposición despidiendo olores desagradables. El mejor método para evitar esto es lavar con agua dulce la arena retirando todo organismo visible y luego dejar la arena remojando con algún compuesto clorado que oxidará todo residuo orgánico.

Las arenas para la construcción por lo general son obtenidas de minas y trituradas el inconveniente de su uso es que muchas veces son activa químicamente por lo que pueden perjudicar el proceso de gelado, son así mismo agresivas a la piel.

Arena de Cuarzo (Dióxido de Silicio).- Aunque en alguna playa se encuentra predominantemente formada por granos de cuarzo se consigue también como producto industrializado con mayor pureza y en diversa granulometría. Se utiliza para dar mayor dureza a la resina y por ejemplo en la fabricación de pisos y otros productos industriales sujetos a desgaste por fricción.

En todo caso es importante considerar la adherencia que tiene la resina con cada tierra, arena o pulverizado en general. En el caso de las resinas epóxicas estas tienen un a gran adhesión a casi cualquier material pero dependiendo de las proporciones carga y resina, así como el tamaño de las partículas se obtendrá una mezcla resistente o frágil. A mayor saturación de carga se observará una disminución en la resistencia del producto y cuando se incluyan partículas grandes de poca consistencia se romperán fácilmente.

Algunas tierras y barros eventualmente pueden reaccionar con los catalizadores evitando el fraguado, esto sucede solo eventualmente y casi nunca con las arenas que son mas inertes.

Cenizas producto de combustión de diversos materiales.

Las cenizas como carga en el gel coat y utilizando resinas transparentes dan un carácter muy particular a las piezas escultóricas.

Debe pensarse desde luego en favorecer la aplicación de esta alternativa a manera de acabado final pues las cenizas manchan mucho si lijan o pulen posteriormente. En el apartado de texturas se analiza una posibilidad alternativa.

Minerales naturales pulverizados.-

Sulfato de Bario.- Generalmente es un mineral pulverizado conocido también como espato pesado o blanco de barita. Es una carga pesada que confiere peso y también da dureza por tanto es utilizada para objetos que puedan sufrir desgaste por fricción y requieran ser pesados para vaciados escultóricos imitación vaciados metálicos u otros que requieran ser pesados.

Talco.- Se trata de un mineral (Silicato de Magnesio Anhidro) que se pulveriza. Se trata del mismo compuesto que añadiendo perfumes y otros compuestos se usa para reducir los efectos del sudor humano. Para utilizarlo con fines escultóricos conviene comprarlo en presentaciones industriales. Es muy económico y no reduce mucho la resistencia de la mezcla, ayuda a evitar las contracciones de la resina poliéster y cuando ha gelado la mezcla da la propiedad de que es fácil de lijar. Muy utilizado para la elaboración de pastas rellenadoras y plásteres. En la mezcla ayuda en pequeñas cantidades a incrementar la fluidez de la resina, ayudando a que la resina impregne la fibra de vidrio.

Como mineral blando (dureza 1 en la escala de Mohl) integrado en la resina habilita su posterior maquinado y lijado. Por la finura del polvo es ideal carga para vaciados pues permite el copiado de detalles en el molde.

Carbonato de Calcio.- Los efectos del carbonato de calcio sobre la mezcla con resinas plásticas es muy similar a los que con el talco se pueden lograr. Es un material muy económico aunque comparado con el talco mas pesado

Su bajo costo y el hecho de que se puede añadir en grandes cantidades sin espesar demasiado la mezcla lo convierten en la alternativa preferida para ahorrar costos en la producción seriada aunque utilizada en exceso tiende a debilitar la resistencia del producto. Por otro lado cuando se hacen vaciados de no utilizarse carga alguna y no teniendo refuerzo de fibra de vidrio las piezas suelen cuartearse por efectos de la excesiva contracción.

Cuando el carbonato de calcio es producido artificialmente se conoce como **Creta**.

Carbonato de magnesio.- Es un compuesto artificial que se presenta en dos tipos; ligero y pesado. Da una apariencia tersa en las mezcla de color muy blanco

Caolín.- Silicato de Aluminio Hidratado es un compuesto que aun en pequeñas cantidades espesa la mezcla de resina. Entre un 5 a 10% son suficientes para espesar la mezcla.

Tierras Diatomeas.- Se denominan así al depósitos marinos que contienen infinidad de esqueletos de micro algas que si se analizan al microscopio son formaciones de gran belleza y simetría. Estas estructuras compuestas fundamentalmente de silicio son huecas pues el contenido orgánico ha desaparecido. En conjunto integran una arena que puede ser utilizada como carga con resinas plásticas da una apariencia muy interesante.

Se puede obtener en comercios donde se venden artículos para acuarios o en tiendas especializadas en la filtración de aguas (como filtrado de agua para albercas, etc.) pues las tierras diatomeas son excelente material filtrante.

Por su alto contenido de silicio dan a la mezcla propiedades de dureza aunque de forma inferior a las micro esferas de cristal.

Terminada la pieza las arenas diatomeas le otorgan una textura porosa que la hacen recibir otros acabados con gran adhesión. Se utiliza mucho en la fabricación de moldura para marcos de pinturas y espejos.

6.1.6.1.2. Cargas para facilitar la aplicación y el modelado.

Dar cuerpo y posibilitar su aplicación o habilitar el modelado.

En muchas ocasiones es conveniente añadir cargas a los polímeros con el propósito de espesarlos y que al aplicarlos sobre superficies inclinadas no escurran al fondo o bien espesándose aun mas para lograr una pasta para modelar la resina. Las cargas mas comunes para esto son el talco y el carbonato de calcio pero puede experimentarse con barros para modelar desecados, pulverizados y libres de humedad la cual perjudicaría el gelado.

Para disminuir la contracción durante el gelado. Muchos plásticos durante el gelado sufren tales contracciones que en ocasiones se fracturan o se deforman considerablemente tal es el caso de la resina poliéster. Con la reducción de los índices de contracción no solo dan mayor estabilidad dimensional a la resina sino que se evitan posibles alabeos y torsiones. También aquí las cargas mas usadas son el talco y el carbonato de calcio.

Sílica pirogénica.- Mas conocida por sus nombre comerciales Cab-O-Sil, AeroSil, HDK, Santo-Cel etc. Se trata de una carga que espesa la mezcla de poliéster siendo la carga mas ligera disponible. Cuando se utiliza esta carga se obtiene un acabado satinado por lo que se recurre a esta carga generalmente cuando se preparan plastiesmaltes o Gelcoats, así mismo cuando se quiere que la resina no escurra mucho cuando se aplica sobre superficies verticales o muy inclinadas. Aunque espesa la mezcla no es recomendable para pastas de resina o plásteres.

6.1.6.3. Cargas para mejorar las propiedades físicas .

Para incrementar o disminuir la dureza del material. Este tipo de cargas en escultura son mas bien utilizadas para vaciados o cuando se da un acabado final que no

se va a lijar o pulir. Una carga de carburo de tungsteno dará por ejemplo que añadido en una resina epóxica tal dureza que dificultará incluso el maquinado con brocas o fresas. Las cargas mas efectivas para estos efectos son; arena de cuarzo, polvo de carburo de tungsteno y oxido de silicio. Cuando una pieza escultórica es expuesta al publico sin vigilancia y se tema por posibles daños vandálicos este tipo de cargas son muy adecuadas. Baste citar el ejemplo de las réplicas de esculturas prehispánicas en la estación Bellas Artes del metro de la ciudad de México que llevan mas de dos décadas expuestas al vandalismo sin un rasguño.

Modificación del peso de la mezcla.

En algunos casos es conveniente que la pieza en su parte inferior tenga mayor peso de manera que la pieza tenga estabilidad.

Existe por otro lado la idea (muy discutible y poco racional) de que las piezas artísticas deben ser pesadas. Ilógico o no, pero la piezas pesadas suelen ser mas apreciadas pues se vincula a materiales altamente valuados en la escultura como la piedra y el bronce. Así pues se pueden añadir cargas para incrementar el peso y funcionar como lastre para estabilidad o darle esa cualidad de peso.

Los metales pesados como el plomo son ideales para esto balines o postas son esferas metálicas que se usan generalmente como lastres, así mismo las limaduras del hierro o el acero son adecuadas para esto pues la resina las protege entonces de la oxidación. Puede opcionalmente ubicarse en el centro de un vaciado un núcleo de metal pesado.

Productos químicos industriales preparados.- Aquí nos referimos a diversos granulados y pulverizados que se venden comercialmente para ser utilizados como cargas de polímeros ex profeso, a continuación mencionamos los principales.

Cargas Reforzantes (Whiskers).- Formada por haces de filamentos constituidos por monocristales y que no forman una fibra propiamente dicho , proporción en la mayor resistencia mecánica obtenida a la fecha. Esta resistencia mecánica, comparable a la unión de átomos entre sí, es debida a la perfección del cristal, cuyo crecimiento se logra bajo condiciones controladas, obteniendo y combinando de esta manera la elongación de la Fibra de Vidrio el módulo de elasticidad del Boro Tungsteno Entre las cargas reforzantes, (que en muchas ocasiones se emplean combinadas con los refuerzos tradicionales y/o en el área de los termoplásticos,) se encuentran los cristales monomoleculares de óxidos de Aluminio, Berilio y Magnesio, Carburo de Boro, Nitruro de Aluminio, Carburo de Silicio, Titanato de Potasio, Nitruro de Silicio, etc.

Micro esfera de Vidrio.- Disponible en tiendas especializadas para la venta de resina poliéster, imparte a la mezcla resistencia y dureza por lo que es ideal para la preparación de Gel-coats que puedan sufrir abrasión por el uso. La superficie adquiere entonces mayor resistencia a la erosión de todo tipo.

Carburo de Silicio .- Es el mismo componente que se utiliza en las lijas para metal, es una sal cuyos cristales tienen gran dureza y habilitan erosionar por fricción

otros materiales duros. Añadida como carga da a la mezcla además de un interesante acabado metálico espolvoreado, una dureza considerable.

Carburo de Tungsteno.- Similar al anterior dando a la mezcla mayor dureza En el caso de la resina epóxica hacen incluso que un vaciado con este componente sea difícil de maquinar.

6.1.6.4. Cargas con funciones específicas:

Resistencia a la intemperie. Los efectos destructores de la intemperie se pueden resumir en tres agentes:

Los fuertes cambios de temperatura,

La acción biodegradadora de bacterias y hongos

La acción degradadora de los rayos ultravioleta del sol

Los fuertes cambios de temperatura atacan a los plásticos sobretodo cuando su periodo de gelado no se ha completado totalmente, las cargas que reducen la contracción de la resina tienen también un efecto de resistencia a los cambios de temperatura haciendo mas estable la resina catalizada.

Acción degradadora de los rayos ultravioleta del sol. Algunos polímeros luego de ser expuestos al sol se vuelven quebradizos dado que la franja ultravioleta de la luz solar altera su composición química. En muchas ocasiones cuando se utiliza pintura es suficiente barrera pero para piezas escultóricas que se pretenda tener perdurabilidad es necesario añadir a algunos plásticos este de cargas que incrementen la resistencia a este agente degradador. Para la resina poliéster existe incluso una preparación especial llamada isostática _____. Algunos pigmentos como el blanco de titanio reflejan la franja ultravioleta de luz.

La acción biodegradadora de bacterias y hongos o bien podemos decir para habilitar o inhibir la acción biodegradable del plástico pues según el fin que se predestine la escultura pueda el escultor decidir si su pieza será expuesta a la acción de agentes biológicos, que bien el material resista esta acción o bien pasado cierto tiempo que los agentes biológicos degraden el material.

Cuando una escenografía o escultura es expuesta a por ejemplo al contacto con excremento de palomas y otros organismos la degradación bacteriana se puede acelerar considerablemente, así mismo en ocasiones para algunos plásticos es necesario prever la acción destructora de insectos y roedores.

Cargas para evitar la acción de fuego.- Diversos productos se pueden utilizar como cargas o aditivos para evitar que las resinas ardan al fuego. La acción del fuego sobre un producto como los polímeros es difícil de evitar.

La acción del fuego sobre los materiales varía desde aquellos que arden convirtiéndose en combustible incluso produciendo reacciones explosivas hasta los materiales que no son afectados aun en incendios considerables como el asbesto. El grado de afectación varía también desde luego según la intensidad del fuego y las temperaturas que se alcanzan durante la combustión.

La resina poliéster no es un material que arda fácilmente al fuego cuando ya se ha catalizado, si por ejemplo a un vaciado en resina poliéster se le acerca una llama se comprobará que no arde inmediatamente, sin embargo en el caso de exposición a fuegos mas intensos como los producidos durante un incendio la reacción de este material será diferente y terminará quemándose. Casi todo compuesto plástico arderá a una exposición prolongada del fuego y no existe ningún aditivo que impida esto, sin embargo varios productos habilitan que esa combustión se retarde y por ejemplo hacen que una resina que ha haya empezado a arder al no tener llamas activas en su vecindad se apague (cualidad llamada auto extingüible).

Parafina Clorada- Trióxido de aluminio y/o Borato de Zinc. Se utilizan combinadas como retardantes del fuego. Se obtienen en comercios donde se vende la resina poliéster y en comercios especializados.

La parafina clorada y el trióxido de antimonio se emplean combinados en porcentajes de aproximadamente 10 a 15% en el total de la formulación base resina, y las propiedades de "retardantes al fuego" son óptimas cuando el espesor mínima del laminado es de 2.5 mm. En este tipo de formulaciones el Borato de Zinc puede sustituir parcial o totalmente al Trióxido de Antimonio, obteniéndose mezclas con menor viscosidad y laminados con mayor transparencia. (Parrilla)

El uso excesivo de parafina clorada, tiende a plastificar el laminado por lo que el porcentaje empleado debe ser relativamente bajo (4- 8%).

El hidrato de aluminio se emplea en porcentajes que varían de 20 a 40% en base a la resina y reportes acerca de este material indican que los artículos fabricados con este componente tienen una mayor resistencia al intemperismo y a la hidrólisis que los productos obtenidos con los compuestos mencionados anteriormente.

En algunos casos, la adición de 5 a 10% de Cloruro de Polivinilo (P.V.C.) en polvo, imparte características de auto extingüible.

El empleo de ciertas cargas, como el silicato de sodio, asbesto, caolín carbonato de calcio y algunos pigmentos, imparten a los laminados reforzados ciertas características retardantes al fuego.

Cuando el Borato de Zinc y el Trióxido de Antimonio se emplean con resinas en cuya formulación contiene compuestos Cloro o Bromoftálicos, el compuesto adquiere características de "auto extingüible"²⁴

²⁴ La propiedad de "autoextingüible" y "retardante al fuego" se debe a que durante la combustión, los productos químicos se descomponen, formándose un gas que al desplazar el aire no permite la presencia de oxígeno. En el caso del hidrato de aluminio, se produce vapor de agua que actúa en forma similar.

Hidrato de Aluminio.- De utilización mas común que la anterior y de mayor facilidad para preparar pues basta añadir la carga en polvo que puede incluso constituir hasta un 40% de la mezcla.

Retardantes de la combustión. Algunos plásticos pueden en condiciones regulares ser altamente inflamables e incluso explosivos, otros como el cloruro de polivinilo pueden desprender durante la combustión vapores venenosos. Las cargas por lo general no impiden la combustión sino la retardan o permiten que se dé de tal forma que no cause tanto daño.

Los Polímeros y el riesgo de combustión. Una palabras adicionales a cerca de la combustión de los polímeros como material para la escultura y escenografía, dado que tiene una reputación de materiales peligrosos en este sentido. Si bien los plásticos ligeros y los espumados son efectivamente de mayor riesgo de combustión las resinas tanto en vaciados como reforzadas con fibra de vidrio no representan especial riesgo. La injusta reputación que tal vez aun tienen debe muchas veces demostrarse con pruebas como las que arriba se enuncian. Materiales como la resina poliéster reforzada con fibra de vidrio para por ejemplo la elaboración de escenografías por su resistencia, posibilidad de aparentar otros materiales, ligereza, etc. no representa mayores riesgos que otros materiales. El uso de cargas retardantes del fuego muchas veces además de eventualmente cumplir su función ayudan a convencer a quien financia el proyecto sobre la seguridad del mismo.

Mica.- Mineral que se presenta en la naturaleza como trozos de variado tamaño integrados por innumerables laminados comprimidos de un material semitransparente. Existen también micas artificiales que se pueden añadir como cargas o pigmentos de manera de pequeños fragmentos y tienen como función dar la cualidad de colores perlados o tonos tornasolados.

Hidrato de Aluminio.- De utilización mas común que la anterior y de mayor facilidad para preparar pues basta añadir la carga en polvo que puede incluso constituir hasta un 40% de la mezcla.

6.1.7. Aditivos y Solventes para Polímeros.

Los polímeros disponibles para el escultor suelen tener presentaciones estándar para usos comunes o incluso modificarse las propiedades de estos mediante el añadido de aditivos o solventes. Por lo general varios tipos de aditivos proporcionan a los plásticos características particulares. Existen agentes plastificantes o elementos diversos que pueden alterar o modificar las características o propiedades de los polímeros. A diferencia de las cargas que modifican las propiedades de las resinas sin participar en el proceso de gelado los aditivos son generalmente compuestos químicos que hacen también una modificación de las propiedades pero estos si participan en las reacciones químicas del gelado.

La adición de aditivos a las resinas por lo general implica un conocimiento de el efecto químicos de estos sobre las reacciones y los productos finales. Esto generalmente

debe hacerse con la asesoría de expertos químicos o del proveedor de las resinas. A continuación mencionamos algunos aditivos de acuerdo al efecto que tienen en las resinas sin especificar el polímero en particular pues los compuestos son variados según las marcas de los fabricantes.

Agentes Plastificantes. Dan a las resinas que por composición natural líquida requieren ser mas espesas y de mayor cohesión.

Agentes Espumantes. Hacen factible que tras un batido se formen espumados durante la reacción de gelado.

Así mismo existen agentes que modifican propiedades específicas de los plásticos como retardantes al fuego, resistencia a la acción degradadora de los rayos ultravioleta, etc. pero como se ha mencionado ya estos son factores mas a resolver por los proveedores de las resinas comerciales que por el artista.

6.2. Técnicas Reductivas o de Substracción.

Este conjunto de técnicas denominadas como reductivas se encuentran todas aquellas técnicas de trabajo en plásticos en que la forma escultórica se va definiendo al retirar material.

Además de la técnica básica subtractiva de la talla, se han incluido otras técnicas que tal vez en materiales tradicionales no tengan la misma trascendencia, algunas de estas tienen desde luego un carácter experimental que el escultor deberá aplicar con las consideraciones necesarias como se menciona en su momento.

6.2.1. La talla.

Plásticos espumados para talla y maquinado. Espuma de Poliuretano Rígida. Espuma de Poliestireno.

Por talla del plástico entenderemos los procedimientos tradicionales para el desbaste del material que incluyen para el caso de los espumados plásticos el corte , desbaste y lijado.

A diferencia de otros materiales tradicionales para la escultura como los diferentes tipos de piedra y madera , los plásticos espumados son materiales muy homogéneos, por tanto el eventual problema de que aparezca un problema imprevisto como una beta difícil de tallado o posibilidades de una grieta (en el caso de espumados burbujas grandes), se da de manera ocasional en los espumados (cuando están bien preparados).

Dado que son materiales ligeros y mas aún espumados hace que la eventual retirada del material será muy sencilla y práctica y que en unas cuantas horas se pueda avanzar fácilmente mucho para grandes volúmenes esto implica tener cuidado de no desbastar demasiado.

Al ser un material constituido por pequeñas burbujas de aire rodeadas de una delgada película de plástico el nivel de detalle que puede alcanzarse es limitado a menos de que se trabaje con espumados de mas alta densidad lo cual implica variación en la técnica a utilizar que mas adelante se detalla. Por tanto es una opción mas bien recomendable para formatos medios, grandes y monumentales.

Espumas para la Talla.

Como se ha mencionado son adecuadas para la talla los espumados plásticos y de entre ellos los mas adecuados y disponibles en el mercado son los de poliuretano rígido y los de poliestireno son en realidad los mismos tipos de plásticos utilizables para las resinas espumables catalizables para vaciados, es decir la espuma de poliuretano así como la espuma de poliestireno conocida comercialmente como Unicel. De ambos compuestos volveremos a hablar en adelante, pues los mismos son utilizables para escultura directa, para la elaboración de modelos para fundición y para la elaboración de núcleos recubribles con otros materiales externos.

Resina espumable de poliuretano rígido.

Además de las características ya mencionadas de estas resinas para vaciados en molde (punto 6.1.2.1.2.) cabe aquí anotar algunas especificaciones mas que solo serán importantes cuando el material se use para ser tallado.

Dependiendo de varios factores el espumado puede tener mayor o menor densidad es decir la relación peso volumen puede ser diferente. Esta relación se define generalmente en gramos por litro de manera que el rango de espuma adecuada para la talla va de los 50 a 80 gramos por litro lo cual bastante ligero pues un litro de agua pesa 1000 gramos.

Los bloques ya preparados pueden tener indistintamente mayor o menor densidad dependiendo de las preferencias del fabricante y del uso que se les pretenda dar.

No solo es importante considerar la densidad sino también la homogeneidad del espumado, espumas mal preparadas tienen burbuja de tamaños variable lo cual es inconveniente para la talla, sobretodo cuando se encuentran burbujas grandes.

Para el vaciado en moldes esa densidad puede aumentar bastante mejorando entonces la resistencia de la pieza, pero cuando el vaciado se va a utilizar para fundición de arena es preferible mantener una baja densidad dado que aquí el efecto “piel dura” favorece la calidad superficial de la pieza final y además se reduce el riesgo de que por exceso de gases explote el interior del molde.

Presentaciones comerciales. Como ya se mencionó se pueden adquirir bloques ya preparados de acuerdo a las siguientes condiciones:

Bloques de pequeño formato se consiguen en tiendas de artículos de decoración. La presentación típica en el comercio es la de bloques o placas pequeños de unos 40x30

x20 cms. o tamaños similares, estos bloques normalmente son utilizados para encajar los tallos de alambre utilizados en los arreglos de flores artificiales.

Bloques de esas dimensiones tal vez no sirvan para muchos proyectos por lo que muy probablemente el escultor deba conseguir bloques mayores, unir varios bloques pequeños o prepararlos por si mismo.

En todo caso antes de probar con una talla de gran formato es aconsejable probar con estos pequeños bloques y hacer pequeños bocetos o por lo menos experimentar diferentes densidades de material pues como se dijo ya en el mercado suele haber varios productores que varían en su producto la densidad y la calidad de los componentes y de esta manera conocer cual es la mas adecuada al tipo de trabajo que se desee hacer y al estilo personal de cada quien.

Entre estos tipos de bloque recientemente han aparecido en el mercado unos bloques de color verde oscuro y consistencia muy cerrada que al parecer la carga o colorante que contiene tiende a reaccionar con las resinas produciéndose burbujas. La mayoría de las restantes espumas disponibles en colores verdes claro o el color natural amarillo ocre son totalmente adecuadas.

Bloques de formato mediano y grande. Cuando se requiere de bloques de mayor tamaño, lo cual es común pues este material es ideal para escultura de gran escala, el escultor puede recurrir a los productores que en algunas ocasiones preparan bloques sobre medida y en las densidades deseada. Los mismo productores de los pequeños bloques para arreglos florales seguramente partirán de piezas mayores que cortarán con sierra cinta.

Alternativamente el escultor puede recurrir a bloques que se producen en la industria pero no para venta al público, algunas ocasiones se encontrarán bloques que hayan sido desechadas y de esta forma se podrán obtener a bajo precio. Así por ejemplo en la industria de la refrigeración el espumado de poliuretano rígido se utiliza como paneles que pueden tener dimensiones de 2.44 x2.44 mts. y espesores de 4 a 6 pulgadas para elementos producidos en EE.UU. o similares medidas en productores europeos.

En estas opciones el escultor seguramente encontrará que muchas ocasiones la espuma se prepara con máquinas esparadoras, proceso que mas adelante se explica.

Botes propelentes de espuma de poliuretano preparada. En fechas relativamente recientes han aparecido en el mercado norteamericano como materiales accesibles para la auto construcción botes propelentes o también conocidos como tipo “spray” que al accionarlos sale la resina ya mezclada y al encontrarse con la posibilidad de expandirse se produce el espumado y posterior endurecimiento. Normalmente se utilizan para llenar huecos en construcción para evitar que en ellos se establezcan roedores o insectos. Opcionalmente el escultor los puede utilizar para vaciados pequeños o pegar bloques del espumado preparado .

Preparación de la espuma de poliuretano rígida. Con relativa facilidad se consiguen los dos componentes que varias industrias transnacionales producen, son dos líquidos que se mezclan casi siempre en partes iguales, inmediatamente se baten durante unos pocos minutos y cuando empieza el espumado se vierte la mezcla en el contenedor de lo que será el bloque. Para estos contenedores se usa muchas veces cajas de cartón corrugado (de preferencia del tipo doble reforzado) del tamaño mas adecuado, mejor aún es juntar laminados de madera para realizar la caja pues el poliuretano al espumar ejerce fuerza en las paredes.



Imagen 84.- Pierna del “Atlas Tittanium” talla en espuma.

Ya terminada de espumar completamente la mezcla es aconsejable esperar uno o dos días pues realizada la reacción de gelado se realizan deformaciones y se resuelven muchas tensiones internas, cuando se corta por ejemplo prematuramente los cortes rectos probablemente se curvaran poco después o porque siga espumando o por que muchas fuerzas internas aun no se hayan resuelto. Pasado ese periodo la espuma tiene una buena estabilidad dimensional y no de deforma.

Durante la preparación es conveniente tener en cuenta varios factores a mayor temperatura el espumado es mas rápido (el parámetro ideal es de 22° a 24°c, en condiciones de frío y humedad probablemente sea necesario batir los componentes mas.

El batido de los componentes en pequeñas cantidades se puede hacer manualmente pero para cantidades medianas y grandes lo mejor es adoptar un taladro colocándole una varilla de mas o menos 3/8” o 1/2” de pulgada (9 y 11.5 mm.) la cual se le hayan soldado o amarrado con alambre delgado de una o mas (según sea la profundidad del recipiente) varillas o trozos de alambroón para que funcionen a manera de aspas de batido. Se colocan perpendiculares de unos 10 cm. de longitud o mas si la potencia del taladro lo permite y si estos caven en el recipiente para batido. El revolucionado del batido debe estar dentro de un rango de unas 3,000 r.p.m., si se dispone de un taladro de velocidad regulable es mejor para controlar el proceso. En grandes ferreterías o comercios especializados se pueden encontrar aspas para el mezclado de pinturas que son adecuadas para este proceso.

Es aconsejable hacer experiencias con pequeñas cantidades para adquirir experiencia y control de estos factores.

Opcionalmente se puede añadir un pigmento en polvo o pasta especial si se quiere evitar el tono amarillo ocre que es el color natural del material, en este caso es

muy importante optar por pigmentos de reconocida inocuidad pues durante la talla se desprenden partículas que el escultor puede respirar si no toma las medidas de seguridad mas adelante mencionadas.

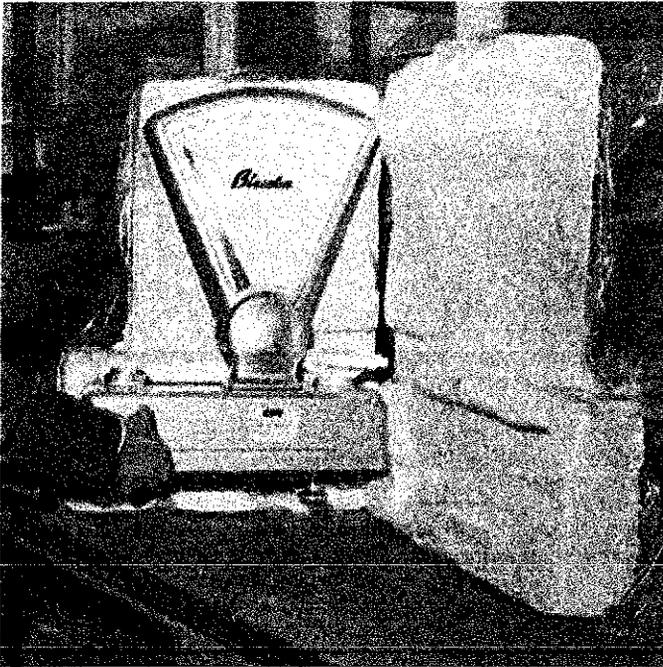
Si se desea pegar piezas, pintar o dar un acabado se debe tener precaución de utilizar exclusivamente pinturas o pegamentos de base acuosa como los colores vinílicos acrílicos de base agua o el pegamento de acetato de polivinilo (Resistol blanco) pues otros pueden destruir el material. Un modelo escultórico en el que se han invertido horas puede desaparecer en segundos si es pintado con colores de bases de solventes fuertes lo cual a menos de que se trate de un “performance” de arte efímero puede representar una sorpresa desagradable para el escultor.

Cuando se opta por pegamentos del tipo de acetato de polivinilo (Resistol blanco) resultan estas buenas opciones tomando en cuenta que pegan bien pero tienen el inconveniente de que al endurecer resultarán mas difíciles de cortar y tallar que la espuma. Así pues estos deberán aplicarse en capas delgadas. La industria de pegamentos UHU produce un pegamento para espuma de poliestireno que se puede utilizar y al endurecer no es tan duro como el pegamento blanco.

La manera mas adecuada de pegar bloques o piezas de espuma es con el mismo material, es decir los botes propelentes aunque puede resultar comparativamente mas costoso que el pegamento blanco o bien si son áreas grande batiendo los componentes. Ambos procedimientos funcionan sobretodo para unir dos piezas que no corresponden totalmente, cabe destacar que las opciones de pegamento mencionadas funcionan prácticamente solo para unir dos bloques por sus superficies planas si la zona de unión no corresponde sería necesario llenar de pegamento los espacios que no coinciden y eso puede resultar muy problemático. Cuando se usa el espumado en propelentes o preparado hay que pensar que la espuma se expandirá ocupando un determinado espacio por lo tanto si son dos bloques que coinciden en superficies planas habrá que separarlos utilizando calzas o pequeñas piezas, cuando son dos piezas que no coinciden de la misma forma habrá que mantenerlas un poco separadas y tal vez sean necesario envolver parcialmente con trapos la unión para obligar al material a llenar el hueco.

La espuma de poliuretano para el empaque de piezas escultóricas.

Otra utilización del espumado es en el empaque de piezas escultóricas de formato pequeño y mediano. En este caso se coloca la escultura en la caja o el embalajes que previamente se han aislados con folios de poliuretano o cinta adhesiva (tanto la caja como la escultura y se procede a batir la los componentes de la espuma y verterlos de manera que al espumar se llenen los espacios vacíos y de esta manera la pieza queda protegida de impactos externos durante su transporte. Se puede optar por encapsular la pieza de manera que al abrirla en el lugar de destino se rompa el espumado o por poner separadores de folio de poliuretano (bolsas de plástico normales) de manera que se puedan extraer la pieza como se ilustra en la imagen 85 ejemplificando con una báscula.



Talla de la resina espumable de Poliestireno.

El tallado es muy sencillo y se pueden utilizar según los objetivos; sierra cinta, serrotes, cuchillos afilados, seguetas, cepillos de alambre, cepillos de alambre rotatorios adaptables al taladro, etc. Para desbastar mas finamente es posible hacerlo con lija o con trozos del mismo material.

El desbaste es mas inexacto que con el poliuretano así mismo todo maquinado y trabajo de talla en general es mas difícil que con el poliuretano. No se puede desbastar con limas o con el canto de herramientas filosas como en el caso

de la espuma de poliuretano. Sin embargo con papel de lija se pueden lograr superficies suavemente desbastadas.

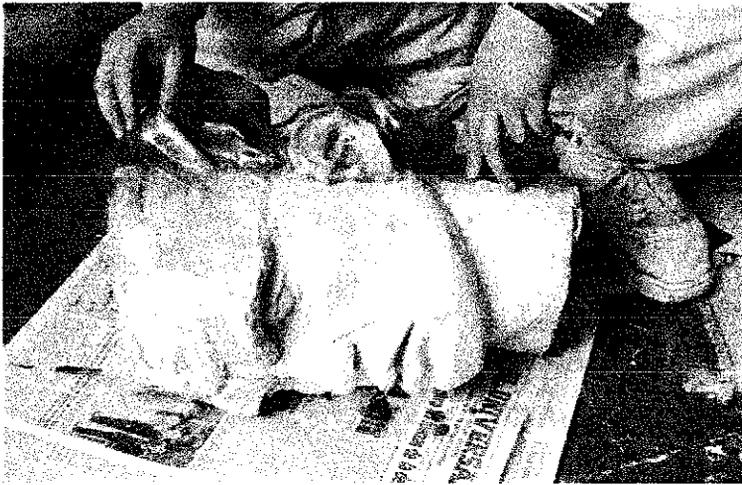


Imagen 86.- Cabeza de “Atlas Tittanium”. La misma cabeza de la imagen 2 en su proceso de elaboración.

Cuando se corta con cuchillos se obtienen cortes de buena calidad cuando la herramienta tiene mucho filo y los espesores del material no son muy grandes. Lo mejor es trabajar con cortadores especiales consistentes en un alambre delgado convertidos en una resistencia eléctrica que al

calentarse cortan con gran facilidad la espuma dando incluso al corte una muy buena calidad superficial. Desde luego esto limita el tipo de corte a realizar, es decir que no se pueden hacer cortes con curvas en dos sentidos como los de una esfera. La misma recomendación que con la anterior es necesaria en el caso de pegado o pintado.

Sin embargo cuando se trabaja con *moto tools* este material da mucho mejores resultados. Hay que denotar que los *moto tools* de buena calidad aunque muchas veces tienen la posibilidad de trabajar a velocidades variables con el Unicel es mas

conveniente hacerlo trabajan a altas revoluciones lo que impide que trozos pequeños se desprendan causando huecos en la superficie.

6.2.1.1. En escultura directa.

Cuando la espuma se talle para constituirse en la forma definitiva de la escultura a menos de que se trate de un proyecto efímero, la espuma deberá recubrirse con resinas reforzadas con fibra de vidrio, la pintura generalmente no es suficiente.

6.2.1.2. Para la elaboración de modelos para fundición.

Algunos plásticos pueden utilizarse como modelos originales para que mediante el proceso denominado fundición de arena se obtengan piezas metálicas bien de hierro (proceso denominado hierro colado), bronce o aluminio aunque también es factible hacerlo con otros metales.

Resumen del proceso de fundición de arena con modelos evaporables de espumados plásticos.

El escultor debe considerar que la pieza tallada y/o maquinada o moldeada por vaciado que fue elaborada en espuma rígida* de poliuretano (esterfoam) o en espuma de poliestireno (Unicel) se le colocan al modelo coladas similares a las de la fundición a la cera perdida también en materiales espumados y luego se recubre todo de arena previamente cernida en controlando el tamaño de los granos para luego ser compactada esta arena bien por golpeo bien por vibración o ambos y siguiendo varias especificaciones y directamente sin fundir o retirar el modelo plástico previamente, el metal es vertido en las colada y gracias a la alta temperatura del metal fundido éste vaporiza el plástico espumado y el metal entra al molde y adquiere la forma del hueco dentro de la arena.

Es muy importante considerar que este proceso puede provocar peligrosas explosiones si no se toma en cuenta que al entrar el metal en el molde el espumado plástico se evaporará y debe encontrar salida fuera del molde, de lo contrario pueden ocasionarse acumulación de gases que puedan destruir el molde de arena y explotar representando un riesgo a las personas que estén en las proximidades. Este aspecto se puede prever estudiando la forma en que el metal entra e inmediatamente produce gases que deben desalojarse mediante canales abiertos hacia el exterior.

En el proceso típico de fundición a la arena los modelos son generalmente de madera o metal y son medias piezas es decir se calcula que tengan salidas pues los modelos se colocan al centro se añade la arena y se compacta luego el modelo se retira (de ahí que deba tener posibilidad de salir) y eventualmente se colocan núcleos cerámicos para que la pieza final fundida no sea maciza sino hueca, estos núcleos deben ser fijados firmemente a las cajas de fundición para resistir el llamado golpe del metal fundido (hay que tomar en cuenta que cuando el metal fundido entra es un líquido pesado que puede derribar lo que no se encuentre firme.

Cuando se trabaja con modelos evaporables de espumados plásticos no es necesario preocuparse por las salidas del modelo pues éstos permanecen en el interior y cuando el metal entra y evapora el modelo y posteriormente se enfría, sale al ser desmoronada la arena. Piezas macizas o no huecas no presentan ningún problema con la salvedad de que en ninguna parte de la pieza puede haber un espesor mayor a 25 o con riesgo 30 mm. pues cuando esto sucede Los núcleos en este caso son un problema mayor.

Resumen del proceso de fundición con moldes aglutinados con modelos evaporables de espumados plásticos.

Semejante al anterior en cuanto a que el metal fundido evapora el espumado plástico solo que aquí en lugar de arena compactada por vibración o por compresión se tiene un medio aglutinable, es decir a semejanza de la fundición a la cera perdida el molde para la fundición esta hecho de una mezcla de arenas refractarias y un material cementante que puede ser yeso refractario, cemento u algún otro.

Como se menciona antes solo dos tipos de plásticos son utilizables para este proceso: Espuma de Poliuretano y Espuma de Poliestireno.

La Espuma Rígida de Poliuretano.

Cabe aclarar que es factible que la espuma flexible de poliuretano conocida también como hule-espuma sea factible utilizar también aunque no se disponen de los datos bibliográficos ni experiencia práctica en este sentido necesarios para evaluar correctamente esta posibilidad. Desde luego dos problemáticas se visualizan; primeramente durante el proceso de fundición la arena tras ser vertida al rededor de la pieza se compacta, es posible que el modelo se deforme, así mismo es posible que la arena en las cercanías de la superficie de la pieza al no encontrar suficiente oposición, no logre compactarse adecuadamente por lo que al entrar el metal fundido se produzcan resultados impredecibles como muy probablemente que la arena se desmorone en varias partes. Sin embargo pueda ser que algunos de estas deformaciones y desmoronamientos produzcan efectos interesantes y que el escultor pretenda experimentar con esta opción. Probablemente sea posible experimentar con moldes no de arena compactada sino de una mezcla similar a la utilizada en la fundición a la cera perdida.

La espuma de poliuretano rígida es un material muy ligero adecuado para ser tallado, cortado con cuchillos afilados, desbastado con limas y pulido con lijas como se describe arriba.

El nivel de detalle que puede obtenerse cuando la espuma es tallada varia en función de la densidad de la espuma, cuando es muy densa y tiene burbujas de aire pequeñas puede dar mas detalle aunque es mas difícil de desbastar siendo mas adecuada para trabajar cortándola o con maquinaria de altas revoluciones como los motores manuales (*moto tools*).²⁵

²⁵ En realidad el nombre de moto tool corresponde a una marca comercial de un tipo de herramienta utilizado mucho en joyería, escultura, artesanía, elaboración de modelos a escala y otras áreas. Consiste en un motor manual que trabaja a altas revoluciones (20,000 r.p.m.) y dotado de varias herramientas rotatorias para pulido, desbaste, corte, etc. permite el trabajo de detalle.

En ningún caso el nivel de detalle de la pieza final fundida en metal es comparable al de una fundición a la cera perdida dado que por un lado el poliuretano espumado conserva siempre su textura característica y por otro se cuenta con arenas de sílice muy finas por lo general en la cera perdida y arenas mas bastas y no aglutinadas en la fundición de arena.

Cuando el polímero se espuma en un molde se pueden obtener detalles mucho mas finos que al tallar la espuma preparada, así mismo los acabados pueden ser mas tersos y en este caso la superficie de la pieza final fundida en metal tanto detalles como textura podrán ser mejores, sin embargo difícilmente se lograrán resultados similares a los del proceso de la cera perdida.

Es claro que esta opción es viable cuando se requiera que la pieza final tenga la textura característica de las piezas de fundición o cuando se planea que la pieza fundida se machine o pula ulteriormente. Es un proceso mas bien adecuado para piezas de gran tamaño cuando no es práctico realizar moldes y no se requiere de varias copias sino que la pieza tallada en el espumado se transformará en una pieza única de metal.

Otra limitante de este proceso es que resulta difícil lograr piezas huecas como en el proceso de la cera perdida Cabe recordar que paredes o espesores mayores a 25 milímetros pueden causar deformaciones por la contracción del metal.

Cabe recordar también que leves deformaciones por espesores mayores en fundiciones industriales carecen de gran importancia pues la mayoría de la piezas producto de estos procesos son llevadas a un maquinado posterior dado que en si la calidad superficial y las tolerancias son insuficientes para piezas que requieren exactitud dimensional. En el caso de la escultura las dimensiones precisas no son tan trascendentes en el sentido de que no se debe cumplir con un numero exacto de milímetros, sin embargo es inaceptable en la mayoría de los casos una deformación por contracción del material.

Sin embargo es posible pensar en ubicar núcleos cerámicos previos (de barro cocido a alta temperatura) que se coloquen dentro de moldes para vaciado de espumados y desde luego no olvidando la problemática que implica que esos núcleos puedan sustentarse y mantenerse fijos cuando el metal fundido entre al molde, pues de otra manera los núcleos al no estar mas sustentados por el modelo caerán o si fueran mas ligeros que el metal fundido flotarán arruinando la fundición*. Estos procedimientos son sin embargo muy engorrosos y poco prácticos para ediciones limitadas, pues implican además el conocimiento de los núcleos el análisis de las salidas de los mismos, un cuidadoso diseño de los núcleos y de sus puntos de sustentación proceso que por lo general no se da en los talleres de fundición artesanal que frecuenta el escultor. La industria, en cambio, los utiliza mucho para producciones masivas.²⁶

²⁶ La sustentación de los núcleos dentro de las piezas se soluciona con relativa facilidad en la fundición a la cera perdida utilizando tornillos de cobre que fijados en el núcleo atraviesan la cera y se sustentan en la capa exterior del molde, al fundirse la cera quedan y al entrar el bronce de menor punto de fusión que el cobre se mantienen sustentando el núcleo.

Otra posibilidad adicional es la de cortar un modelo macizo y escarbar en su centro un hueco en el cual luego se pueda llenar con una mezcla refractaria como yeso y arena sílica (mezcla que aunque no necesita ser cocida, debe secar y la humedad contenida evaporarse totalmente) en este caso es necesario tomar en consideración las precauciones ya mencionadas para la sustentación de estos núcleos.

Para realizar una fundición con modelos plásticos el escultor tendrá que recurrir no al taller de fundición a la cera perdida sino a talleres artesanales de fundición de arena para metales (aluminio, titanio o hierro) y atender las recomendaciones de los técnicos fundidores, sin dejar de lado la posibilidad de proponer opciones nuevas que en ese taller no se hayan realizado antes, pero que el escultor proponga con el conocimiento y entendimiento del procedimiento y de los materiales.

Este procedimiento es ideal para trabajar a partir de las placas y bloques de espumado que se consiguen comercialmente cortando, pegando y tallando se pueden obtener rápidamente estructuras y formas que del frágil espumado se transformen en resistentes estructuras metálicas.

Trabajo con espuma de poliestireno.

La espuma de poliestireno es un material blanco extremadamente ligero conocido comercialmente como Styropor o Unicel.

Aunque posible definitivamente no es práctico que el escultor prepare por sí mismo el producto mezclando los compuestos y espumándolos, es mucho más sencillo y económico obtener el material ya preparado que se obtiene generalmente en placas o bloques de espesores variables dimensionado en pulgadas en América y en centímetros en el resto del mundo. La densidad del material es variable, así mismo la consistencia pues en algunos casos las pequeñas esferas que integran el material se pueden desprender completamente y en otras ocasiones están más integradas a la masa del espumado.

Este material se usa mucho para empaque de aparatos eléctricos y diversas maquinarias, opcionalmente el escultor puede recolectar estos desechos para integrar formas escultóricas o bien para llenar el interior de los núcleos de estructuras de esculturas en yeso, plastilina u otros materiales.

Este material se utiliza también para la construcción como material de relleno o bien para crear huecos y aligerar losas, también se usa mucho las placas recortadas con perfiles de números o logotipos en fachadas arquitectónicas cuando se cuele o aplica con cuchara concreto retirándose el espumado produciendo espacios huecos.

El Unicel es factible de ser trabajado como se tratará en detalle más adelante también quemándolo controladamente con un soplete de gas, con un pirógrafo o cautín para soldadura de estaño, corroerlo con solventes o trabajarlo al chorro de arena.

El trabajo de la talla del Unicel es el que permite mas control sobre la forma a producir, en este caso se puede lijar y cortar.

La talla de Unicel es un trabajo escultórico a partir de una técnica fundamentalmente reductiva, es decir que como en la talla de otros materiales, durante la talla se va quitando materia la cual no es factible de restituir.

Muy interesante y factible de ser es que ya tallada una forma general en Unicel se pueda añadir alguna pasta espumada para modificar la textura del Unicel y posiblemente incluso modelar un poco, mientras este desarrollo tecnológico no se dé, el escultor puede intentar con cera.

Ideas Escultóricas:

Es posible encajar elementos metálicos como tornillos, clavos, trozos de alambre de metales de punto de fusión mas altos del metal en que se hará la fundición. Aquí cabe recordar que cuando el metal entra en el molde vaporizando el plástico tiene la fuerza y su peso inherente de manera que arrasará con las piezas metálicas a menos que estén fuertemente ancladas a una estructura exterior, la fijación a la arena por lo general no es suficiente.

Con la espuma de poliuretano rígida es posible imprimir sobre su superficie la huella de diferentes herramientas. De esta manera es posible incluso golpear con los nudillos un modelo tallado y esa huella trascenderá a la pieza metálica.

Teniendo en cuenta todo este carácter experimental y que el control que tenga el escultor entre el modelo tallado y la pieza fundida es posible añadir algunas pequeñas partes de cera del mismo tipo del utilizado para modelar y elaborar modelos para fundición a la cera perdida²⁷, con la opción de detallar algunas partes de la escultura o resanar algún detalle.

El abuso de utilización de cera puede producir efectos negativos pues es necesario pensar que los vapores de la cera representan un volumen mucho mayor que los vapores de la espuma y eventualmente pueden provocarse derrumbamientos de la arena, burbujas en la pieza fundida o incluso explosiones del molde.²⁷

6.2.1.3. Para la elaboración de núcleos recubribles con otros materiales externos (Resina Poliéster-Fibra de vidrio, cemento y concreto, yeso, barro, etc.).

6.2.2. Erosión al chorro de arena. Sandblasting.

²⁷ En este tipo de fundición a la cera perdida cuando se elimina la cera se espera hasta que todo rastro de cera se evapore dado que el molde es de un cemento conteniendo material refractario al calor y los vapores de la cera pueden ocasionar problemas al no escapar del molde, sin embargo en la fundición de arena la superficie del molde es mucho mas porosa y puede aceptar que los vapores escapen a través del molde.

La erosión al chorro de arena es un procedimiento para desbastar material y dar acabados. Consiste en que un cuerpo de arena abrasiva por acción de presión de aire (aproximadamente 9 Kg. por centímetro cuadrado) se dispara a través de una boquilla montada en una pistola hacia el objeto que se desea desbastar. El tamaño de los granos de arena se controla por cernido previo según se desee un desbaste rápido y burdo o uno mas lento y de fino acabado. Diversos tipos de arena son capaces de desbastar otros materiales. La arena de cuarzo es por ejemplo muy adecuada para trabajar materiales duros.

Se requiere en todo caso de protección para los ojos o la utilización de cabinas especiales para evitar la dispersión sin control de la arena y el material desbastado.

La talla con chorro de arena por lo general se realiza con materiales de gran dureza por lo que al utilizarse con plásticos, sobretodo si se realiza con espumados se deben tomar las precauciones que permitan un control sobre el proceso y no dañar la pieza. Por lo general se debe utilizar las arenas menos erosivas y hacerlo con la mínima presión de aire. Se corre el riesgo también de que los granos el lugar de desbastar el material, se incrusten en la pieza.

6.2.3. Trabajo al fuego directo. Sopleado y quemado.

Así mismo utilizando un mechero manual de gas se puede quemar ambos materiales cuidando de que no enciendan totalmente (eventualmente es posible que se pretenda experimentar dejando que el material arda un momento). Esta opción debe hacerse desde luego en un lugar abierto con un extintor a la mano y evitando que haya al rededor de la pieza trozos pequeños o peor aun el polvo producto de la talla o solventes pues estos pueden arder inmediatamente con riesgo de incendio. Los sopletes llamados tipo lápiz que queman gas butano son ideales para este trabajo.

6.2.4. Maquinado térmico. Corte, desbaste.

Por maquinado térmico entenderemos en esta sección varios procesos en los cuales con asistencia de calor el corte o desbaste se puede dar en los plásticos para talla, es decir los espumados. Otros maquinados térmicos como el doblado por calor se tratan en el punto 6.1.3.

Así mismo se puede utilizar con menor riesgo de incendio un cautín (como el usado en la soldadura de estaño, los hay de diversos tamaños y wattaje) o un pirógrafo (aparato utilizado para realizar dibujos quemando controladamente superficies de madera por el efecto del calor emitido por una resistencia eléctrica).

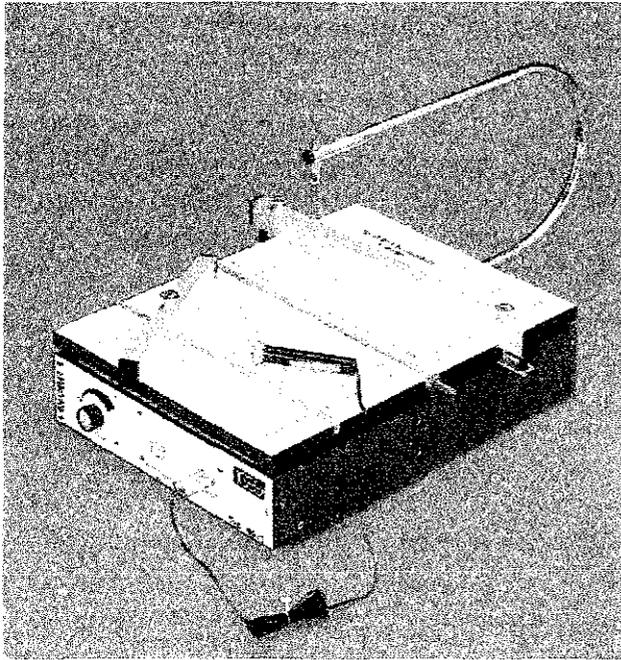
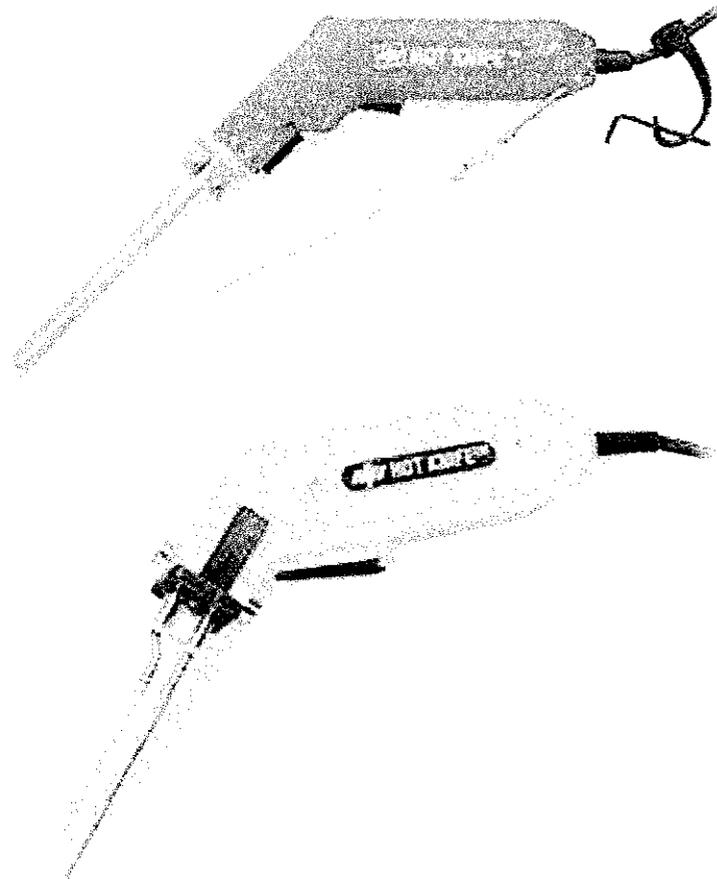


Imagen 89.- Mesa para corte de Unicel. Una herramienta de gran uso en el manejo de los polímeros. A la temperatura adecuada el filamento corta rápidamente secciones perpendiculares y con la ayuda de plantillas se pueden generar formas bidimensionales extruídas. Nótese el aditamento para cortes libres, esta herramienta se puede lograr también adaptando un pirógrafo para tallar con facilidad formas diversas.

Cortadores de Unicel. Existen en el mercado diferentes modelos para el corte térmico del Unicel que funcionan con una resistencia eléctrica. Estos cortadores por lo general son económicos aunque los hay muy sofisticados con control de temperatura y montados sobre mesas reticuladas en centímetros o pulgadas y con correderas para cortes paralelos y

regletas articuladas para cortes en ángulo.



Generalmente estos cortadores tienen un arco metálico sobre el que esta montada la resistencia un transformador de corriente y algunos tienen la posibilidad de conectárseles una resistencia montada en un mango para trabajar el Unicel de manera similar al los estiques de alambre para el modelado de cera y plastilina solo que aquí el alambre es mas delgado y se calienta por acción de la resistencia eléctrica permitiendo tener una herramienta de desbaste térmico en la forma que el alambre tenga.

Imágenes 86 y 87. Cuchillos térmicos para corte de espumados de trabajo normal y trabajo pesado.

El escultor, tomando un modelo de cortador de Unicel económico puede transformarlo según sus necesidades aumentando por ejemplo el

tamaño del arco o adaptando un manguillo para crear un estique como el mencionado en el párrafo anterior. Existen también cortadores de Unicel muy sofisticados montados sobre mesas reticuladas o con guías incluso cortadores conectados a ordenadores.

Pirógrafos. Así mismo se puede adaptar un pirógrafo para los mismos fines tomando en cuenta que para el trabajo con Unicel el grado de calor requerido es considerablemente menor al necesario para el pirograbado de madera. Esta opción es útil para esculturas de formato medio así como para núcleos de esculturas.

Cuchillos de corte térmico.- Para trabajo de escultura de formato grande y monumental se puede optar por los cuchillos para corte térmico de espumados que funcionan tanto para la espuma de poliuretano como la de poliestireno. En las imágenes se ilustran dos modelos el segundo es para trabajo pesado con cuchillas intercambiables.

6.2.5. Corrosión por inmersión y aplicación solventes.

La pieza de Unicel se le puede salpicar con gran cuidado solventes como acetona o thinner y el líquido “corroe” la superficie produciendo efectos interesantes. Alternativamente se puede usar un aerógrafo para este fin para obtener mayor control.

Todas estas opciones deben experimentarse previamente a intentarlo con una escultura o modelo trabajado en trozos de deshecho del material.

Estas alternativas deben efectuarse con buena ventilación y de preferencia utilizando mascarillas con filtros de carbón activado dado que algunos polímeros pueden reaccionar con los solventes desprendiendo gases que pudieran tener efectos tóxicos.



Imagen 90.- Piezas del “Atlas Titanium” de Alberto Cervantes, talladas primero en espuma de poliuretano luego cubiertas con fibra de vidrio y resina poliéster luego de retirarse el espumado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.3. Técnicas aditivo-reductivas.

En este punto nos referiremos a la combinación de los procesos anteriores que además de practicarse individualmente se pueden combinar en casos particulares en dos posibilidades; la del modelado (pensando principalmente en plastilinas plásticas que en una o varias sesiones se añade o quita material) y la conformación por capas que al endurecer solo se pueden retirar desbastando y posteriormente se añade material que se pueda pegar a la capa anterior (tal es el caso del Pláster).

6.3.1. El modelado. Plastilina Epóxica

Esta categoría incluye los polímeros que permiten lograr la forma escultórica de manera similar que con el barro la plastilina o la cera es decir que el proceso habilita añadir material, retirarlo y volver añadirlo hasta lograr la forma y proporción deseada.

Con los polímeros es posible conformar pastas para modelar, rellenar y texturizar. En todos estos casos se parte de una resina plástica, una carga y un catalizador.

Cabe mencionar antes que nada que la plasticidad, facilidad de manejo y modelado que tienen la cera, el barro o la plastilina no es posible obtenerlas con plásteres o las plastilinas plásticas actualmente disponibles sino solo de manera inferior, sin embargo siguiendo algunas consideraciones los resultados que puede obtenerse con los plásticos es sorprendente y a diferencia de la plastilina y la cera, los polímeros pueden constituir el material definitivo de la obra no requiriendo como en el caso del barro un proceso adicional como es el cocido en hornos para hacerlo.

Los polímeros tratados en este capítulo incluirán los que pueden ser modelados o/y conformados para luego de endurecer ser maquinados y eventualmente repetir el proceso hasta logra la forma deseada.

En este capítulo trataremos tanto los productos comerciales ya preparados como los que el propio escultor ante la dificultad de acceso o por lo inadecuado de los productos accesibles pueda preparar mezclas mas acordes a sus intereses específicos.

Existe dentro de la gama de polímeros una gran variedad de productos para modelar, rellenar o resanar en el mercado internacional. La variedad de productos disponibles en México es mas limitada sin embargo en algunos casos existen productos como la plastilina epóxica que en México se consiguen en diversas marcas y en es extranjero se consigue con dificultad o no es accesible. Por otro lado pastas para modelar que endurecen no se producen en México.

Para seleccionar determinado tipo de material dentro de esta gama de plastilinas y pastas para modelar habría que considerar los siguientes aspectos:

Costos sobretodo en la relación precio-volumen (los plásticos son opción mas adecuada en la mayoría de los casos donde se requiere volúmenes grandes)

Perdurabilidad

Posibilidades plásticas:

Conocimiento de las características de los ingredientes utilizados durante la preparación.

Facilidad de modelado o conformación durante la aplicación.

Posibilidades de modelado o conformación durante el gelado

Posibilidades de maquinado y corrección formal posterior al gelado.

Cualidades superficiales; Texturas, acabados y pintura.

Posibilidad de disponibilidad comercial.

La disponibilidad de los diversos productos comerciales va siempre ligada a la demanda del mercado y al rango de comercialización de las empresas productoras y su evolución tecnológica. México por ejemplo es un país que en materiales epóxico ha tenido un gran desarrollo tecnológico. En el caso de los polímeros como sucede con otros materiales la legislación referente a su impacto ambiental y seguridad al usuario influyen también en la disponibilidad comercial. Los países de la comunidad europea por ejemplo son muy meticulosos en relación a los posibles daños al ambiente y la seguridad del usuario por lo que en la mayoría de los países europeos la accesibilidad a polímeros es mucho mas restringida que en el continente americano.

Los diferentes productos a base de polímeros se pueden clasificar en los siguientes grupos:

Plastilinas de dos componentes que al mezclarse se habilita la catalización y se dispone de tiempo limitado para modelar pues la mezcla endurece. En este grupo se ubican principalmente las plastilinas epóxicas.

Las plastilinas epóxicas están constituidas por dos componentes generalmente de dos colores diferentes, los colores pueden variar. Los componentes se constituyen por resinas con cargas (generalmente talco o carbonato de calcio) uno de los componentes contiene la resina y el otro el catalizador, de manera que al juntarse y mezclarse se puede realizar la reacción de catalizado. Dado que son pastas muy espesas como la plastilina el mezclado puede ser difícil y solo hasta lograr una fusión en las barras se puede confiar que catalizarán correctamente es decir solo hasta que ambos colores se mezclen completamente.

La mezcla se puede suavizar con agua y si esta está tibia o caliente la plastilina se suavizará aun mas. El procedimiento de manejo de las plastilinas epóxicas sobretodo si se hace con frecuencia o se manejan cantidades grandes, implica la utilización de guantes pues las resinas epóxicas pueden ser tóxicas y por capilaridad infiltrarse en el organismo.

El tiempo de catalizado una vez hecha la mezcla varia según la preparación comercial y existen varias marcas desde las que prometen endurecer en 5 minutos hasta las que endurecen en mas o menos media hora.

Es conveniente modelarlas con la ayuda de estiques de madera y es aconsejable la utilización de agua durante el proceso pues esta no inhabilita el catalizado y permite dar

acabados superficiales muy pulidos, alargar un poco el tiempo de modelado (si se trata de agua fría).

Una vez endurecida la plastilina puede ser maquinada o lijada. Ya catalizada tiene gran dureza pero también cierta fragilidad, es decir que las superficies modeladas con este producto serán difíciles de rayar pero por ejemplo un modelado de una figura humana se podrá fracturar por los espesores mas delgados a esfuerzos de corte o golpes. Es conveniente por tanto utilizar estructuras (por ejemplo de alambre) o materiales de refuerzo (fibras o filamentos) al modelar con este material.

Otra característica importante es la de presentar gran adherencia a otros materiales, razón por la cual se utiliza para la reparación de variados usos domésticos (sellado de fugas de instalaciones de agua, gas, etc. resane y pegado de piezas decorativas rotas, etc.). En escultura esta característica puede aplicarse al reforzado de estructuras de cualquier material para lograr nodos de gran resistencia, así como para restauración de piezas dañadas.

Plastilinas plásticas y pastas modelables que endurecen al secar, es decir que luego de sacarse del empaque se dispone de tiempo limitado para modelar, generalmente mayor lapso de tiempo que el grupo anterior y por acción de la temperatura y al evaporar sustancias que inhiben el gelado se produce el fraguado y endurecimiento.



Imagen 91.- Un producto alemán de la firma Eberhard Faber se vende en paquetes de 300 gr. Actualmente difícil de obtener en México, tiene la ventaja de su no toxicidad y el inconveniente de alto costo para proyectos grandes. Hay 3 presentaciones; la llamada Efa plast que viene en paquetes de 500 y 1000 gr., la ilustrada es la llamada Hotzy que produce una imitación madera recomendada para la elaboración de marionetas y juguetes. La hay también en presentación en dos colores; blanco y gris de 100 gr. para uso infantil presentación llamada Soft and light mucho mas ligero y seguro en cuanto a toxicidad.

Plastilinas o Barros de Polímero (Polymer Clay). Son compuestos similares a los anteriores solo que mantienen la posibilidad de modelarse hasta que son expuestos a un curado por calor de manera similar que el barro de cerámica solo que aquí se ha pensado en que endurecen a temperaturas mucho menores alrededor de 130° centígrados (275° Fareheit).

Cabe mencionar que al trabajar con este material hay que tomar las siguientes precauciones:

Nunca ingerir el producto.

No utilizarlo para modelar utensilios donde luego se consuman alimentos.

No modelar sobre muebles de madera pues se adhiere a ellos.

No hacer la cocción en hornos de micro-ondas.

Durante la cocción procurar una buena ventilación y no inhalar los vapores que pueden ser tóxicos.

Cuando el barro de polímero se almacena por mucho tiempo es conveniente mantenerlo en lugares fríos.

Una vez endurecido por cocción es factible pulir, lijar, perforar con taladros o maquinar y pintarse (se recomienda el uso de pinturas acrílicas).

Este producto se vende también en varios colores y preparaciones para la imitación de otros materiales como el jade, la turquesa, marfil, ébano, etc. Así mismo se presenta con carga de mica para efectos nacarados, con fragmentos metálicos e incluso fluorescente. Por estos detalles se puede apreciar que se ha enfocado este material en particular a la elaboración de artesanías sin embargo no queda excluido la posibilidad de su uso en escultura artística.

Existen varias marcas en el mercado las mas reconocidas son:

Super Sculpey producto americano que se presenta en barras grandes color barro (localizable en Internet en <http://www.aboyd.com/products/pfss1.html> o en <http://www.pcpolyzine.com/advertising/mediakit.html>)



Fimo producido por Eberhard Faber producto alemán se vende en múltiples colores (24 colores básicos) y 24 acabados especiales incluyendo transparentes.

Se venden también barras extrudidas con variados motivos con la idea de cortar rebanadas a manera del cristal de Murano para elaborar joyería de fantasía (Fimo Millefiori).

(localizable en Internet en http://www.eberhardfaber.de/fimo_en1.htm)



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

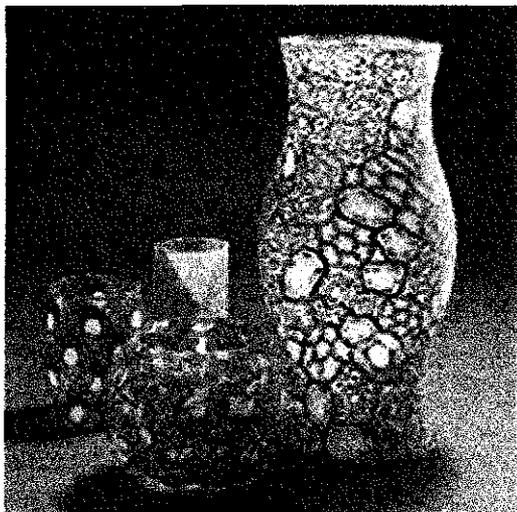


Imagen 93.- Muestra del trabajo con barro de polímero. El jarrón mayor se realizó con rebanadas de barras extrudidas (Fimo Millefiori) prensadas hasta modelar el contorno.

6.3.2. Adición-gelado-lijado. Conformación de capas y plastas sucesivas. Aplicación a la espátula. Plásteres de Resina Poliéster. Preparación y herramientas. Técnicas de aplicación, adición y lijado. Cargas, solventes y aditivos. Resanes.

Preparación de la pasta automotiva. Herramientas y recomendaciones.

La Pasta de resina poliéster conocida también como Pláster o rellenedor es una preparación utilizada comúnmente para la reparación de coches cuando han sufrido golpes en la carrocería y las piezas por cualquier motivo, no se reponen por nuevas, que no pueden repararse con el reacomodo de la lámina. Es pues una pasta para rellenar huecos o para uniformizar una superficie que ha quedado arrugada.

Preparación:

Aunque se vende comercialmente ya preparada no resulta complicado hacerlo uno mismo logrando la consistencia deseada y además es mucho mas económico.

Los ingrediente principales son:

Resina poliéster de uso común ya preacelerada.

Carga de carbonato de calcio o talco (ambos componentes se deben adquirir en formulaciones para el efecto de trabajo con resinas pues ahí son muy baratas) y

Solventes para graduar la consistencia, estos solventes serán Acetona u opcionalmente thinner de uso común y Monómero de Estireno.

Finalmente se debe de contar con el catalizador que se verterá en la mezcla solamente cuando estén los demás componentes uniformemente mezclados y se vaya a aplicar.

El catalizador puede ser (-MetacriA o MetacrilB) y venir en una presentación de gotero cuando el catalizador es líquido transparente o como una pasta fuertemente coloreada generalmente en color azul cianotalino.

Cuando el catalizador tiene la presentación de pasta coloreada se facilita el control de la cantidad aplicada.

La opción del catalizador coloreado facilita el control de la cantidad aplicada pues al mezclarlo con la resina se puede apreciar se ha logrado una mezcla uniforme por el tono uniforme resultante, así mismo el color de la mezcla se aprecia fácilmente observando un tono mas o menos saturado y evaluar si gelará mas pronto o mas lentamente.

Existe una amplia tolerancia que permite aplicar poco catalizador de manera que la mezcla de pláster tardará mas en gelar permitiendo trabajarla durante mas tiempo, cuando se desea avanzar rápidamente entonces es conveniente añadir mas catalizador en este caso la mezcla tendrá mas el tono del color del catalizador. En esta decisión de cuanto catalizador añadir influyen desde luego también las condiciones ambientales cuando el día es seco y caluroso la resina gela mas rápido cosa contraria ocurre en días fríos y lluviosos.

Con características limitadas de modelado, son en general pastas de polímeros espesadas con cargas que se preparan previamente y poco antes de la aplicación se les añade un catalizador líquido o en forma de pasta coloreada. Durante la aplicación se dispone de un lapso de tiempo proporcional a la cantidad de catalizador aplicado y dado a que las posibilidades de modelado y definición formal son escasas se debe considerar por lo general correcciones posteriores consistentes en añadir nuevas capas, desbastar los excesos y resanar los defectos. Comercialmente estos plásteres se conocen como Rellenador Automotriz o también conocida como relleno de metales.

La utilización de la pasta rellena representa notorias ventajas:

Muy bajo costo en su relación volumen-precio de manera que en proyectos de gran escala es un material muy conveniente.

Por sus características cubre el rango de funciones para rellenar, cubrir, resanar y en menor grado incluso modelar o funcionar como adhesivo.

Dado que contiene alto contenido de carga la contracción durante el gelado es menor que con la resina sola.

Dado que gela en corto tiempo y pronto endurece puede trabajarse de manera que primero se modela un volumen primario estructural de gran auto-sustentabilidad y esperado el periodo de gelado se avanza rápidamente logrando formas que se sustentan por si mismas.

Si se pigmenta o se trabaja con cargas específicas puede incluso funcionar con el acabado exterior definitivo.

Ya gelada la pasta tiene una buena resistencia a los esfuerzos físicos y al medio ambiente, tiene una buena dureza sin embargo es fácil desbastarla manualmente con

limatones, lijas, etc. o con maquinaria como esmeriladoras manuales con discos de lija o bien con adaptadores para taladros o lijas giratorias, etc.

Cabe destacar que como ya se mencionó, debe de pensarse con este material no como una pasta totalmente modelable con la plasticidad que pueda tener la cera o el barro, sino como un material que permite primero definir un volumen primario estructural que luego se corrige desbastando, se vuelve a añadir mas material, se vuelve a corregir y resanar hasta lograr la forma deseada.

Es un material que acepta varios acabados y pinturas con relativa buena adhesión. Sin embargo cuando no se espera el suficiente tiempo de gelado o cuando se usa en exceso catalizador puede ser lo contrario pues si la pasta continua exudando resina o vapores producto de la catalización puede hacer que la pintura o acabado se desprenda produciendo burbujas entre la pasta y la pintura o grandes zonas no adheridas. Por tanto cuando se usa esta pasta es aconsejable utilizar el catalizador que recomienda el fabricante y dar tiempo para que la reacción de gelado se complete antes de aplicar pinturas o barnices.

El manejo de está pasta de poliéster se asemeja en muchos sentidos a lo que sucede con materiales granulados o pulverizados como el yeso o el cemento pues con herramienta de cantos rectos se puede aplicar esparciéndolo sobre una superficie base y la herramienta de aplicación juega desde luego un rol muy importante en la configuración.

Para una aplicación en grandes volúmenes se pueden utilizar espátulas metálicas, las llamadas cuñas metálicas o de hule, espátulas de silicón como las utilizadas en pastelería con la aclaración de que se debe tener especial cuidado en que los mangos no sean de material que no ataque la resina o los solventes utilizados.

___ Gráficas de espátulas, cuñas de aplicación , espátulas de silicón. ___

La pasta de poliéster es uno de los elementos fundamentales para dar forma en escultura en plástico, de manera similar a la cera o el barro se puede considerar esta como una de las materias primas para modelar.

Aunque su plasticidad y facilidad de modelado no se compara a la cera y el barro tiene otras ventajas. La posibilidad de definir la forma con este material, siguiendo algunas consideraciones, es muy amplia. Gracias a la capacidad de endurecer rápidamente y constituir ya vulcanizada una materia muy dura (sobretudo cuando se refuerza con fibra de vidrio, la preocupación por la autosustentación de la escultura se reduce, es decir cuando se trabaja barro, cera, plastilina u otros materiales modelables una limitante al trabajo es que el material pueda sustentar su propio peso y no se deforme o derrumbe, requiriéndose de pensar en estructurar previamente con otros materiales.

Por su resistencia física y por su bajo costo esta materia prima es una importante opción para muchos proyectos de escultura monumental o de gran escala.

Precauciones.- Para la preparación es recomendable utilizar máscaras de boca para protegerse tanto de los polvos de las cargas (en este caso no son tóxicos, pero pueden resultar molestos y eventualmente algunas personas podría desarrollar alergia), así como por las emisiones de vapores perjudiciales de la resina y los solventes.

Cuando se manejan catalizadores líquidos incoloros sin pigmento puede llegar a ser muy peligroso en varios sentidos añadir catalizador en exceso. En estos casos la mezcla se puede calentar en exceso (normalmente durante el gelado normal hay cierto calentamiento) y este puede ser tal que incluso pueda quemar la mezcla de resina. Los humos despididos en esta combustión son muy tóxicos pues contienen cianuros.

Recomendaciones durante la preparación y el trabajo.- Se debe disponer de un bote de lata o plástico de tamaño conveniente a las cantidades a preparar, muy conveniente es colocar en el piso papel periódico o folios de poliuretano o bolsas de plástico para proteger eventuales goteos de resina. Además se debe disponer de un cucharón para ir vaciando la carga el cual no debe tocar la resina pues contaminará el recipiente de la carga complicando el proceso.

También es conveniente tener un embudo para que al vaciar la resina no caiga en el bote o el piso. Para hacer la mezcla de los componentes se debe disponer de un trozo alargado de madera o plástico de poliuretano (como los utilizados para mezcla de pinturas) o bien de metal. Para limpiar los utensilios y las manos es conveniente tener a la mano suficiente estopa o trapos de algodón.

Utensilios y herramientas.-

Se debe disponer de un bote de lata o plástico de tamaño conveniente a las cantidades a preparar. Además se debe disponer de un cucharón para ir vaciando la carga el cual no debe tocar la resina pues contaminará el recipiente de la carga complicando el proceso, para cantidades grandes de carga se requerirá de embudos y se debe prever tener embudos de tamaño adecuado por un lado para la resina y aparte para la carga

Para hacer la mezcla de los componentes se debe disponer de un trozo alargado de madera o plástico de poliuretano (como los utilizados para mezcla de pinturas) o bien de metal.

Para limpiar los utensilios y las manos es conveniente tener a la mano suficiente estopa o trapos de algodón.

Ventajas de la Pasta de Poliéster.-

Tomadas esta y otras precauciones mas adelante descritas la utilización de la pasta rellena representa sin embargo varias notorias ventajas.

Muy bajo costo en su relación volumen-precio de manera que en proyectos de gran escala es un material muy conveniente.

Por sus características cubre el rango de funciones para rellenar, cubrir, resanar y en menor grado incluso modelar o funcionar como adhesivo.

Dado que contiene alto contenido de carga el típico excesivo encogimiento durante el gelado es menor que con la resina poliéster sola.

Dado que gela en corto tiempo y pronto endurece puede trabajarse de manera que primero se modela un volumen primario estructural de gran auto-sustentabilidad y esperado el gelado se avanza rápidamente logrando formas que se sustentan por si mismas.

Si se pigmenta o se trabaja con cargas específicas puede incluso funcionar con el acabado exterior definitivo.

Es un material que acepta varios acabados y pinturas con relativa buena adhesión. Sin embargo cuando no se espera el suficiente tiempo de gelado o cuando se usa en exceso catalizador puede ser lo contrario pues si la pasta continua exudando resina o vapores producto de la catalización puede hacer que la pintura o acabado se desprenda produciendo burbujas entre la pasta y la pintura o grandes zonas no adheridas. Por tanto cuando se usa esta pasta es aconsejable utilizar el catalizador que recomienda el fabricante y dar tiempo para que la reacción de gelado se complete antes de aplicar pinturas o barnices.



Ya gelada la pasta tiene una buena resistencia a los esfuerzos físicos y al medio ambiente, tiene una buena dureza sin embargo es posible desbastarla manualmente con limatones, lijas, etc. o con maquinaria esmeriladoras manuales con discos de lija o bien con adaptadores de taladros y lijas giratorias, etc.

Imagen 94.- Diferentes herramientas para el pulido y desbastado de las resinas geladas.

Plasticidad

Cabe destacar que como ya se mencionó, debe de pensarse con este material no como una pasta totalmente modelable con la plasticidad que pueda tener la cera o el barro, sino como un material que permite primero definir un volumen primario estructural que luego se corrige desbastando, se vuelve a añadir mas material, se vuelve a corregir y resanar hasta lograr la forma deseada.

El manejo del pláster se asemeja en muchos sentidos a lo que sucede con materiales granulados o pulverizados como el yeso o el cemento.

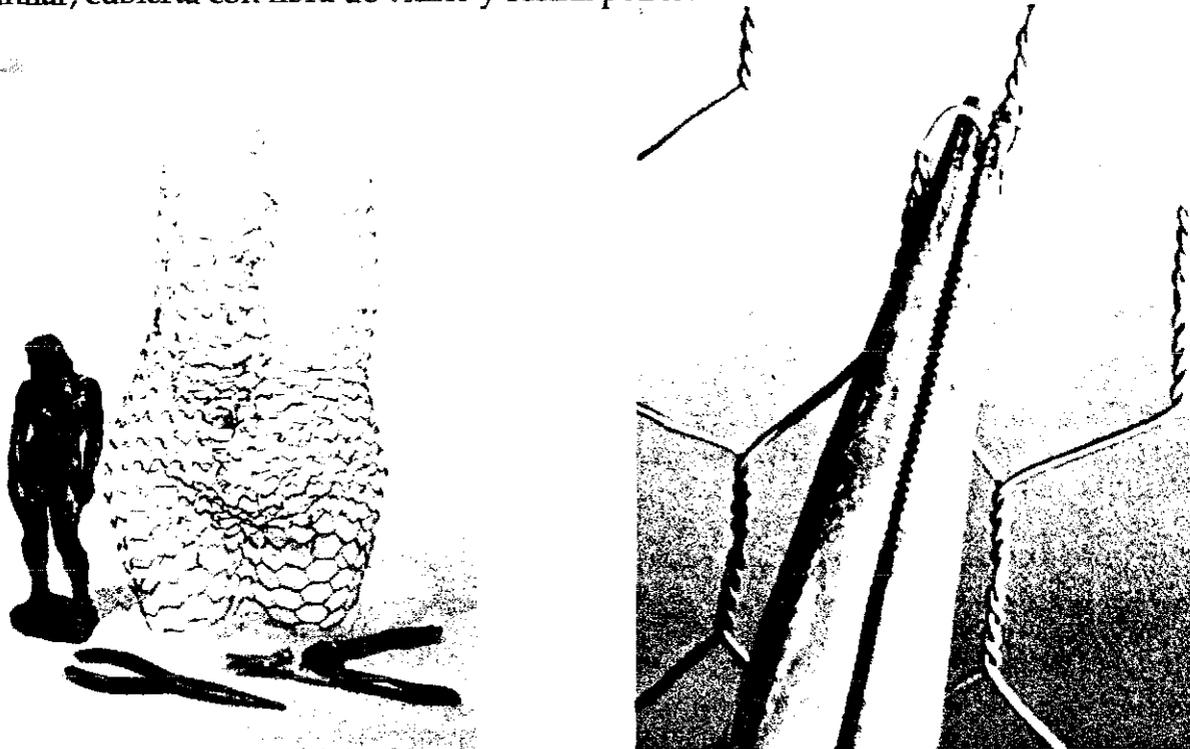
Aplicación

Con herramienta de cantos rectos se puede aplicar esparciéndola sobre una superficie base. La herramienta de aplicación juega desde luego un rol muy importante en la configuración.

También es necesario una espátula blanda de plástico de hule o de tipo silicón como las que se usan para repostería.

Inicialmente se debe de partir de algún tipo de soporte o conformación inicial. Si la escultura será hueca o se rellenará posteriormente se pueden utilizar los siguientes opciones:

Una estructura de malla de alambre del tipo Hexagonal llamada malla de gallinero o similar, cubierta con fibra de vidrio y resina poliéster.



Textiles rigidizados con resina poliéster o acetato de polivinilo (pegamento blanco) con o sin estructura metálica.

Papel maché o papel periódico o similar rigidizado con acetato de polivinilo.

Núcleos de espumados plásticos como espuma de poliuretano rígida o poliestireno. Ver punto 6.2.1.3.

Para piezas de tamaño mediano y chico se puede utilizar núcleos de cera o barro siguiendo las recomendaciones del punto anterior.

El polvo resultante del lijado sobretodo cuando es fino se puede reciclar teniendo cuidado de cernirlo para desechar piedritas, así mismo el recipiente donde se recolectó se puede agitar un poco dándole golpecitos o mejor aún colocándola sobre un vibrador, de manera que la basura e impurezas mas ligeras emerjan y se puedan eliminar.

Este reciclado consiste en que el polvo eliminado durante el lijado que siempre es mucho, se puede convertir en carga para nueva resina poliéster, la pasta resultante mas

bien servirá para dar volumen dado que las posibilidades de modelado se reducen bastante en esta mezcla.

Este reciclado es importante mas que nada desde el punto de vista ecológico pues de otra forma el polvo resultante se iría a la basura esparciéndose posteriormente en el ambiente, si bien la mezcla resina carga no es un componente tóxico muy activo si puede fijarse en los alvéolos pulmonares de humanos y animales produciendo daños.

Cuando se trabaja con la espátula se debe tener en cuenta el tipo de superficie a trabajar (tipos de curvas y tipos de espátulas).

Etapas de la aplicación del pasta de poliéster:

Ya aplicado el resanador para ahorrar mucho tiempo en el trabajo es muy aconsejable seguir todo el proceso de fraguado de la pasta para intervenir en varios momentos y no esperar pasivamente a que endurezca totalmente:

Cuando empieza a fraguar sube su temperatura sobretodo cuando se ha puesto mucho catalizador cuando empieza a endurecer se puede pasar una lámina con filo en uno de sus cantos o mejor aun una raspa de carpintero o una espátula metálica o una lámina de aluminio como de calibre 18.

Se puede comprobar al tacto el endurecimiento y la temperatura protegiendo las manos con guantes de látex como los usados por los cirujanos, Vendidos en tiendas especializadas no son caros y protegen las manos de la agresiva acción de la resina poliéster, del monómero de estireno y de los solventes.

En otro sentido y no pensando en modelar sino en corregir lo no logrado durante la aplicación, cuando la pasta ha endurecido un poco mas, se puede pasar una lámina con filo en uno de sus cantos o mejor aun una raspa de carpintero o una espátula metálica. personalmente prefiero una lámina de aluminio como de calibre 18 y retirar rápidamente excedentes de pasta que caerán como grumos y nos permitirán aproximarnos al volumen deseado con la ventajas de trabajar un canto recto que incluso en curvas cóncavas

Durante el gelado y endurecimiento se puede avanzar mucho, Se puede por ejemplo modelar un poco ya que la pasta mas endurecida adquiere mayor plasticidad.

En el mejor de los casos con una buena mezcla se puede lograr por unos minutos una pasta similar a la porcelana. Cabe mencionar que a diferencia de otras mezclas para cerámica la porcelana es mas difícil de modelar pues tiene lo que podríamos llamar una cierta memoria formal es decir que al empujar la masa en una dirección tiende un poco a regresar a la forma previa, es decir es un poco chiclosa, cosa similar ocurre con la pasta de poliéster cuando empieza a endurecer.

El modelado con intervención de una película plástica. Una acción alternativa que puede resultar muy interesante al escultor es la de modelar con una película de poliuretano intermedia, es decir utilizar trozos de bolsas de poliuretano como las que

normalmente se dan en los comercios para envolver o transportar las compras y con ellas lograr que la pasta se adhiera al plástico y luego con las manos ir conformando este conjunto hasta lograr el objetivo deseado, desde luego los pliegues producidos por la bolsa de poliuretano se harán presentes en la superficie, cosa que eventualmente se puede resanar con mas pasta o desbastar y lijar.

En este caso la pasta se cubre antes de empezar a endurecer adhiriéndose inmediatamente al plástico por cohesión, durante el fraguado la pasta rápidamente espesa y permite mas autosustentación y se puede conformar o modelar de una manera muy *sui generis*. cuando ha endurecido parcial o totalmente la bolsa o filme de poliuretano no se ha adherido a la pasta y se puede desprender con facilidad dándole incluso a la pasta un acabado superficial asombrosamente liso y terso de manera que el escultor puede incluso pensar en aprovechar esta textura como acabado definitivo de la obra. Adicionalmente puede resultar atractivo la inclusión de los efectos particulares y unificadores de la forma que dan los pliegues del filme.

La notoriedad de los pliegues formados va en relación al grueso del filme de poliestireno siendo a mayor grosor mas conspicuos los pliegues y de mayor escala. El escultor alternativamente puede experimenta con filmes elásticos como los utilizados para la envoltura de alimentos (PVC) aclarando que el calor produce en estos filmes efectos destructivos, por lo que el catalizador se utilizará entonces en cantidades reducidas. Así mismo el filme de PVC utilizado en la envoltura de regalos tiene la particularidad de encogerse al calor característica con la que puede aprovechar el escultor para lograr superficies de curvas suaves. Especial cuidado debe tenerse con los polímeros vinculados al los cloruros de polivinilo pues quemados o sujetos a calor excesivo desprenden vapores tóxicos.

Al los primeros indicios de endurecimiento se nota que la pasta sobretodo si se aplico en volúmenes grandes aun se adhiere a la espátula e incluso al ser retirada se comporta como plastilina y puede ser aun utilizada para rellenar algún otro espacio, para evitar que al manipularla se pegue a los dedos es conveniente aplicarla sobre el hueco a llenar y después darle forma con las yemas de los dedos humedecidos (desde luego protegidos con guantes de látex). Cabe mencionar que el agua funciona aquí como un aislante para evitar que la pasta se adhiera al guante si se moja en exceso corre el riesgo de afectar la reacción de catalizado, sin embargo con un rociador como el utilizado para reblandecer el barro en cerámica y aplicando roció con moderación , se puede modelar en esta fase donde la pasta empieza a endurecer.

Un momento adicional donde se pueden retirar los excedentes de pasta es poco después de que ha endurecido un poco y aun esta suave, es decir ya no se pega al tacto y no esta totalmente dura. En este momento es factible rasparla de la misma manera pero en esta ocasión los pedazos de pasta caerán no adhiriéndose a la espátula.

Preparación de la Pasta rellenadora.-

Aplicación de la Pasta rellenadora.-

Técnicas de modelado con la pasta rellenadora.-

6.3.3. Estructuras temporales de polímeros espumados solubles.

Los polímeros espumados ya tratados en los capítulos anteriores pueden ser una excelente opción para producir con ellos estructuras para colocar sobre ellos otros materiales mas modelables, siendo una opción para llenar espacio muy económica en cuanto a costo y relación peso-volumen. Adicionalmente para algunos procesos como la función a la cera perdida y modelado en barro estas estructuras se pueden eliminar con la utilización de solventes fuertes tales como la acetona y el thinner, así mismo en el caso del modelado en barro pueden ser quemados con un soplete manual de gas previamente a su cocción en horno. De esta manera el material modelado o añadido encima ya estructurado, endurecido (y seco en el caso del barro) o vulcanizado no requiere mas la presencia del espumado y puede quedar definitiva o temporalmente hueco.

Así mismo tanto el proceso de la cera perdida como el barro lo que se requiere es de una capa relativamente delgada y no una estructura maciza en el caso de la cera a espesores mayores de dos y medio centímetros el bronce tiende a deformarse, en el caso del barro espesores excesivos hacen piezas muy pesadas con riesgo de fracturas por contracción.

En el caso del trabajo de bronce a la cera perdida los solventes atacan rápidamente al plástico y aunque pueden ser agresivos a la cera su acción no es tan destructiva y si se vigila cuando eliminar el solvente con el espumado disuelto el daño es mínimo reduciéndose a un cambio de la textura y generalmente este efecto se produce en la parte interior no visible en la pieza en bronce ya terminada. Aquí también hay que cuidar que la cera ya sin el soporte del espumado se puede romper o deformar por falta de autosustentación, el fundidor debe tomar en cuenta esto y la idea es sustituir inmediatamente el espumado por la mezcla refractaria que se convertirá finalmente en el núcleo hueco de la pieza ya terminada, así mismo utilizar mezclas de cera dura (con alto contenido de cera vegetal como la candelilla) y también considerar que a mayores temperaturas la cera se comportará mas blanda y a la inversa en temperaturas frías la cera tiene mayor dureza y resistencia.

Para este proceso sirve tanto la espuma de poliuretano como la de poliestireno (Unicel o Esteropol). Ambos materiales tienen un buen comportamiento para trabajar a compresión y resistir el peso de materiales modelables como la cera, el barro, el cemento o concreto armado de no mucho espesor.

Sin embargo a esfuerzos tangenciales, de tensión, torsión o corte es material muy frágil por lo que es recomendable reforzarlo con pegamentos del tipo de acetato de polivinilo (pegamento blanco) la firma UHU produce un pegamento especial para Unicel pero el pegamento blanco aunque no se elimina con solventes y se quema muy difícilmente, estructura mas.

Desde luego es mejor aun cuando se ha empezado con una estructura de alambre recocido, bien enlazada, de manera que el alambre estructura y soporta toda la escultura y el espumado funciona como un material para definir los volúmenes iniciales sin detalles y el material modelable es la piel exterior. En este caso y según el diseño del

esqueleto de alambre puede incluso funcionar esta estructura de alambre para ayudar a retirar el Unicel (teniendo el consecuente cuidado de no rasgar o dañar el material exterior modelado) o bien en el caso de la cera perdida el alambre usado mucho en este tipo de estructuras puede dejarse en el interior luego de disolver el espumado y servir como estructura del mismo relleno de material refractario (yeso con arena sílica y chamota) y finalmente esta estructura de alambre ayudará para que con la ayuda de maquinaria (por ejemplo un taladro o rotomartillo) se desmorone parte del relleno refractario y la estructura adherida a esa mezcla ayudara a retirar el restante núcleo de material refractario.

En el caso del modelado en barro se puede optar por una textura rugosa como la que se produce al tallar el Unicel en frío, desprendiendo fragmentos o lijando con lija gruesa y en este caso la textura permitirá mayor adherencia del barro al núcleo.

Otra alternativa es la de tallar el Unicel con herramienta de alambre calentada con resistencia eléctrica entonces la textura superficial será mas lisa. En ambos casos desde luego nos referimos a lo que será la cara interna de la escultura y aunque normalmente su apariencia pueda no importar mucho al escultor, cuando se modela en barro logrando una capa delgada y un centro hueco aparecen dos problemas técnicos que a continuación se mencionan:

- Normalmente cuando el barro esta húmedo su capacidad autoportante es reducida, y puede tender a deformarse por la gravedad. Para evitar la técnica tradicional es utilizar papel periódico lo cual resulta generalmente muy práctico. Sin embargo requiere mucha habilidad mantener una capa de espesor uniforme y cuando la escultura se empieza a cerrar y no se accede con la mano la cara interior de la capa se tiene que recurrir a poner tapas no comprimidas de barro con el resultado consecuente de tener una superficie interior de textura irregular y las uniones entre las capas para cerrar la escultura, como no pueden comprimirse, tiene menor adherencia. Todo esto puede tener como consecuencia fisuras en el secado de la pieza o peor aun en el cocido.

- Otro problema técnico cuando se usa periódico es que los trozos funcionan como un material de soporte que ayuda a la autosustentación del barro pero no tienen ninguna adherencia al barro. El Unicel en cambio cuando se ha desprendido el volumen dejando los rastros de los pellets que lo formaron se adhiere un poco al barro y habilita la utilización de espesores mucho menores puesto que su función auto-sustentadora es mucho mejor. Eventuales correcciones son factibles como cuando ya empezado el modelado del barro se requiera reducir el tamaño del núcleo o incrementarlo esto se puede hacer tallando o pegando mas Unicel o bien combinando la técnica y añadir mas papel periódico.

Como en el caso de los huecos cerrados se producirán explosiones si no se prevé orificios de salida de aire y gases. Utilizando Unicel los residuos se convierten en cenizas al ser horneados rápidamente y no presentan mayor problema) en ocasiones el Unicel se derrite y el residuo escurre pero a las temperaturas normales de cocción estos residuos se queman totalmente y las cenizas se pueden retirar con facilidad de la pieza o de las charolas de cocción.

6.4. Pinturas y acabados.

La pintura es una sustancia o líquido pigmentado que al aplicarse en capas delgadas sobre una superficie, deja al secar una película sólida que protege y embellece las áreas cubiertas.

Componentes Básicos.

Todas las pinturas contienen cuatro elementos básicos que son

Resina.- Es la sustancia que forma la película seca. Y determina en gran parte la calidad final de la pintura en propiedades como secado, adherencia, brillo, dureza, flexibilidad, etc. La resina suele darle nombre a las pinturas que con ella se fabrica como es el caso de las Vinílicas, Alquídicas, Acrílicas, Epóxicas, Poliéster, Poliuretano, Fenólicas, Nitrocelulosas y otras.

Pigmento.- Generalmente es un polvo opaco que se incorpora a la resina y da color y cubrimiento a la pintura. Según sea el tipo, calidad y cantidad que se le agregue. El pigmento más usado es el Bióxido de Titanio el cual proporciona el tono blanco ya que en cualquier línea de pinturas, el blanco representa casi el 50% de las ventas. Los pigmentos se clasifican como a continuación se indica.

Pigmentos

De Color

Orgánicos

Inorgánicos

Blancos

Cubrientes

No Cubrientes

Los pigmentos de color orgánicos son más transparentes, más vistosos, más limpios y de mayor costo. Por otra parte, los inorgánicos aunque son más económicos, también son más sucios y menos transparentes. Los blancos cubrientes son muy pesados y con poco cubrimiento por lo que generalmente se usan en mayor cantidad y los no cubrientes son los que se usan más como cargas, inertes o extendedores.

Solventes.- Son líquidos que penetran en la resina desuniendo las moléculas o partículas que la componen y con ello se logra poner la pintura en condiciones de usarse o de aplicarse. Una parte del solvente lo tiene incluido la resina lo cual facilita la fabricación de la pintura y este determina la viscosidad, densidad y por ciento de sólidos. Otra parte del solvente debe ser agregada a la pintura ya elaborada para facilitar su aplicación y este influye en el brillo, nivelación y resistencia de la película seca.

Según su composición química los solventes se clasifican en Hidrocarburos y Oxigenados y según su poder disolvente en activos, latentes y diluyentes.

Los Hidrocarburos son aquellos que son derivados del petróleo crudo (naftas) y los oxigenados aquellos que contienen oxígeno en sus estructuras (Alcoholes, Acetonas, agua). Los activos son aquellos que por si solo disuelven la resina y los diluyentes son los que no disuelven la resina y que se usan solo como extendedores.

Aunque la función de los solventes sea breve ya que se evaporan, son sumamente importantes porque de ellos depende que se logren los mejores resultados de la pintura. Los solventes suelen llamarse también como reductores, adelgazadores (thinner) y disolventes.

Aditivos: Se emplean en menor cantidad y son sustancias que ayudan a mejorar la calidad de la pintura o a evitar problemas tanto en el envase como en la aplicación, normalmente se presentan en forma líquida y por lo general su nombre indica la función que desempeña en la pintura, tal como es el caso de:

- Secantes
- Bactericidas
- Dispersantes
- Antioxidantes
- Antiespumantes
- Plastificantes
- Absorbentes de los rayos ultravioletas
- Espesantes
- Antisedimentantes

Clasificación de las Pinturas

Además de la clasificación por su composición química, las pinturas se pueden clasificar de la manera siguiente:

1) Según su resistencia a la intemperie: Dependiendo del medio en que se usan, se pueden clasificar las pinturas en: a) Para interiores, b) Para exteriores. Clasificación por la cual se distinguen las que son resistentes a la intemperie y aquellas que no se recomiendan para este uso.

2) Según su aspecto o acabado final: Se clasifican las pinturas en: a) Brillantes, b) Mates u opaca, c) Semi-Brillantes o Semi-gloss. En términos generales las vinílicas son opacas y los esmaltes brillantes. Aunque actualmente y por excepción existen esmaltes opacos y latex semi-brillante.

3) Según su uso final: Dependiendo del mercado específico para el cual fue formulado, las pinturas se clasifican en: a) Arquitectónicas, b) Automotriz, c) Industrial, d) Marina y e) Otras.

4) Según su forma de secar y endurecer: En términos generales las pinturas secan por acción del oxígeno, del aire y de la evaporación del solvente, sin embargo hay pinturas que se clasifican por su secado tales como: a) Catalizadas (que secan por reacción química). b) Horneables (que su curado es por calor).

Pinturas convencionales

Las pinturas convencionales son materiales líquidos mono o multicomponentes y aplicables por cualquier sistema que permita la obtención de una película después del proceso de secado o curado.

Su clasificación podría atenerse a distintas características, pero lo habitual es hacerlo en base a su ligante, así:

- Alquidáicas.
- Alquidáicas-clorocaucho.
- Acrílicas en emulsión acuosa.
- Acrílicas en disolución.
- Epóxicas.
- Vinílicas.

A) Alquidáicas

Las pinturas alquidáicas son las más extendidas en España por su relación calidad-precio, si bien, por motivos ecológicos (alto contenido en disolventes) y por la valoración de los precios en resinas de mejor calidad su uso irá disminuyendo con el tiempo.

El proceso de secado es doble, por una parte secado oxidativo mediante la fijación del oxígeno atmosférico (vía agentes secativos) y secado físico por otra (evaporación del disolvente). La etapa determinante, por ser la más lenta, es el secado oxidativo y está supeditado a la evaporación del disolvente.

Ventajas

- Buena relación calidad-precio.
- Excelente afinidad a pavimentos flexibles (precaución en pavimentos nuevos por posible sangrado).
- Buena adherencia.
- Aceptable retención del color y resistencia a la intemperie.

Inconvenientes

- Tiempo de secado en obra demasiado largo.
- Material de no larga duración.
- No ecológico.
- Incompatible con pavimentos de hormigón.
- No válido para ciudades por su alta termoplasticidad.

B) Alquidáicas-Clorocaucho.

La modificación de resinas alquidáicas con clorocaucho está destinada a paliar la termoplasticidad de aquellas y por tanto su tendencia al ensuciamiento.

El proceso de secado es el mismo que en las alquidáicas puras, si bien el secado físico es más árido y la calidad de la película mayor.

Las pinturas vinílica o acrílica, su característica más importante es su facilidad de aplicación y la enorme variedad de colores que se pueden obtener dando así amplias opciones a los decoradores de interiores y arquitectos para terminar sus obras, además por su construcción, este tipo de pintura crea una capa de plástico que cubre la superficie

Para las pinturas epóxicas, las características más importantes son la elasticidad y la durabilidad contra la abrasión, especialmente para pisos de tráfico intenso o superficies que requieren una elongación extrema, ya sea concreto o acero.

En el caso de las pinturas base zinc, su uso se concentra en la industria donde se requieren superficies con un impacto a la abrasión muy fuerte o para resistir muy altas temperaturas, aunque su aplicación es para usos muy exclusivos.

En el caso de las pinturas base uretanos o poliuretanos, su característica más importante es su capacidad de curado bajo condiciones de humedad, es decir, que gracias a su composición atómica, el curado se logra con humedad incluida, llámese agua u otro tipo de agente catalizador.

Elección de la Pintura Adecuada

La adhesión deficiente de la pintura al plástico puede deberse, en parte, al sustrato que se está pintando.

La frase *"no es la pintura, sino la pieza que se va a pintar"*, es usada muy a menudo por los proveedores de pintura cuando reciben quejas de los especialistas en acabados. Y con frecuencia tienen razón. Se recomienda dar un tratamiento previo a la pieza que se va a pintar, aunque esta sugerencia no siempre se toma en cuenta. Sin embargo, cuando se trata del terminado de piezas de plástico, el tratamiento previo del sustrato no garantiza un acabado de calidad. En este caso, es muy probable que el problema estribe en la pieza que se va a pintar.

La pieza detrás de la pintura

Está aumentando el uso de plásticos en la escultura. El incremento en el uso de sustancias químicas está ayudando a reducir el costo y el peso de los productos manufacturados, además de mejorar su durabilidad y capacidad de reciclaje. En muchas ocasiones, se pintan los plásticos para incrementar la durabilidad y la estética.

Por desgracia, los sustratos de plástico no son los materiales más sencillos de pintar. Los materiales plásticos difieren, en gran medida, unos de otros, en lo que se refiere a comportamiento, y aquellos materiales denominados "relleno" en las piezas conformadas

por varios materiales y se pueden propiciar disparidades en los que se supone son compuestos plásticos similares. Los materiales de relleno por lo general son componentes plásticos más económicos que fundidos se añaden a la resina plástica principal. Si bien su diseño está previsto para reducir los costos sin afectar el comportamiento del sustrato, a veces migran a la superficie y afectan de manera adversa la adhesión de la pintura.

Son cuatro los criterios que deberán tomarse en cuenta al seleccionar el material plástico a pintarse: buen acabado de la superficie, compatibilidad entre pintura y horno, resistencia a la corrosión y resistencia al impacto. Debe aplicarse un mínimo de relleno en el material plástico. Para optimizar la adhesión de la pintura al sustrato, el material plástico debe ofrecer una buena humectabilidad donde la energía de la superficie de la pintura es menor o igual a la del sustrato. Las fuerzas físicas y químicas, como el esfuerzo en los moldes y la heterogeneidad de las aleaciones, también deben mantenerse en un grado mínimo; y al asegurar que la cohesión del sustrato permanezca intacta, se evita la delaminación del plástico. La adhesión también puede verse afectada por variaciones en la superficie de las piezas moldeadas. La presencia de agentes de desmoldeo y huecos creados por una desgasificación incorrecta durante el proceso de moldeo por inyección puede impedir la adhesión. La migración de aditivos de bajo peso molecular puede ser una causa más de problemas.

El tratamiento de las piezas de plástico antes de aplicar pintura es tan importante como el de las piezas metálicas, pero los especialistas en acabados deben tener cuidado. Muchos solventes de uso común atacan las resinas plásticas y no se recomienda su uso. Las soluciones de detergente caliente, los alcoholes, los éteres de glicol y los alifáticos se usan comúnmente para limpiar superficies de plástico sin dañarlas.

Las aleaciones plásticas representan problemas particulares porque su reacción a los solventes cambia de acuerdo con su composición. Por ejemplo, cuanto más estireno tenga un compuesto de ABS, más susceptible será a presentar grietas. Por regla general, los solventes de evaporación rápida serán más agresivos con las superficies de plástico.

Antes de aplicar la pintura, las piezas de plástico se someten a un paso más para incrementar la transferibilidad y la adhesión de la pintura. Este tipo de piezas se flamean o recubren con un activador de la adhesión.

El proceso de flameado introduce varias sustancias químicas polares con contenido de oxígeno en la superficie de plástico. Los grupos polares propician en gran medida la adhesión de la pintura. Otras prácticas, como los tratamientos a base de plasma, descarga en corona y procesos de oxidación iniciados por radicales libres, pueden rendir resultados similares.

La curación es el último paso de la aplicación de pintura sobre plástico, pero debe ser uno de los primeros factores a considerar al elegir el sustrato plástico que se va a pintar. El calor que se usa para desecar u hornear puede ocasionar encogimiento estructural, torsión o deformación de las piezas de plástico. El grado de sensibilidad al calor dependerá de la configuración de la pieza, su resina y la forma en que se moldeó.

Si existe un problema de estabilidad térmica, la pintura aplicada puede hornearse a una temperatura baja durante periodos de diferente duración para lograr un curado completo. Esto podría no ser recomendable porque un periodo prolongado de horneado implica disminución en la producción y hornos más grandes.

Como puede verse, la selección del sustrato de plástico puede afectar mucho el comportamiento del sistema de recubrimiento. Al participar en las primeras etapas de fabricación de un producto, el especialista en acabados puede seleccionar el recubrimiento correcto para la pieza de plástico que vaya a pintarse, y evitar así el prolongado proceso de ensayo y error que puede producirse si se omite la etapa de preparación.

Acabados

En el caso de las pinturas vinílicas y acrílicas, existen diferentes acabados dependiendo el tipo de superficie a pintar y así podemos escoger pinturas con terminado suave, satinado, mate y semi-mate.

En el caso de las pinturas esmaltadas o alquidáticas, su diversidad de colores y acabados es reducida por lo que los constructores deben ajustarse a lo que ofrecen los fabricantes, generalmente son presentadas en rojo oxido, blanco, negro o color aluminio y no son mezclables como las vinílicas o acrílicas.

En el caso de la epóxicas catalizadas son de gran resistencia se le pueden adicionar gravillas, arenas o ceros finos para lograr una superficie con una textura interesante.

En el caso de las pinturas base zinc, debido a su composición con ethil-silicato y una capa muy gruesa de zinc solo permite lograr una superficie plana, de color gris o verde y no es factible mezclarla con otro tipo de pinturas y generalmente se aplica en áreas muy específicas de la industria.

Para las pinturas con uretano y poliuretano, los acabados actualmente permiten una variedad de colores debido a las características de las resinas y a su capacidad de curado bajo condiciones de humedad propias de la pintura, logrando superficies lisas y rugosas según sea el caso.

6.5. Adhesivos.

La unión por medio de adhesivos es una técnica para juntar materiales que en los últimos años a demostrado ser capaz de reemplazar o complementar a métodos convencionales tales como las uniones por clavos, grampas u otros, en un sin numero de aplicaciones.

Hace como 50 años los únicos adhesivos de importancia comercial eran aquellos que se obtenían de los animales, u otros productos naturales cuyo uso data de siglos. Actualmente y desde 1900 los pegamentos procedentes de plantas y árboles han encontrado una amplia gama de usos, especialmente sobre materiales porosos como el papel. Los adhesivos de “Casein” fueron ampliamente usados en La Primera Guerra Mundial para aeroplanos militares, aunque se descubrió que tenían una resistencia limitada en ambientes húmedos y por efecto del crecimiento de hongos.

El progresivo y rápido aumento en el uso de los adhesivos en la industria se debió principalmente al desarrollo de resinas sintética las cuales no tienen las limitaciones de los productos naturales y cuyo beneficio adicional es que puede generar uniones entre metales y otros materiales carentes de porosidad. La primera resina sintética de gran importancia fue el “Phenol Formaldeído” que fue ampliamente usado para unir placas de estaño u hojalata. La segunda guerra mundial vio el desarrollo de resinas epóxicas para la unión de estructuras metálicas en aeronaves, y desde aquella época numerosos tipos de resinas sintéticas y gomas han sido desarrolladas. Las uniones por medio de adhesivos son consideradas de gran importancia para la unión de metales y una amplia gama de materiales y se usan para un sin numero de propósitos. Este incremento en el uso de adhesivos ha tomado lugar en aplicaciones no estructurales tales como la ingeniería general de productos, como la de los calzados y la industria de empaquetamiento. (Adhesivos naturales, Resinas epóxicas, Adhesivos solventes, Adhesivos Celulósicos).

Ventajas y desventajas de las uniones con adhesivos:

Beneficios obtenidos por el uso de adhesivos:

Dependiendo del tipo de adhesivo que se use, el diseño de las uniones, el método de aplicación y la función que se desea cumplir, las uniones con adhesivos serán capaces de ofrecer las siguientes ventajas:

- La habilidad de unir una amplia gama de materiales, cuyas cualidades podrán diferenciarse en composición, coeficientes de deformación y expansión, modulo de elasticidad, espesor, etc.
 - La eliminación de aquellas superficies irregulares y contornos de superficie generados por los métodos de unión como los tornillos y clavos, ofreciendo una mejor apariencia de acabado en el proceso de ensamblaje.
 - La fabricación de formas complejas donde métodos convencionales de unión no son aplicables.
-

- Una distribución mas uniforme de los esfuerzos sobre el área de aplicación del adhesivo, con la minimización de áreas de stress concentrado como las generadas por los tornillos y clavos. Con frecuencia se podrán usar materiales más delgados sin la perdida de resistencia, ahorrando peso y costo.
- Una significativa reducción de peso por medio de la eliminación de accesorios metálicos como pernos, tornillos y clavos .
- La posibilidad de unir materiales sensibles al calor, generando las uniones con adhesivos por medio de presión.
- La ventaja que ofrecen las propiedades de sellado y aislado de las uniones por medio de adhesivos contra la humedad y los químicos. Las capas de adhesivo pueden actuar como aislantes frente a la electricidad, el calor, el sonido y más aún pueden reducir o prevenir la corrosión por galvanización entre metales que son similares.
- La reducción de los costos de producción en los procesos de manufacturación y ensamblaje, por medio de la reducción de los requerimientos de los materiales, reducción del peso y la eliminación de otras operaciones tales como las perforaciones con taladro, para el caso de los tornillo, la eliminación del martilleo, en el caso de los clavos, etc.

Limitaciones en el uso de los adhesivos

Las uniones por medio de adhesivos tiene asimismo una serie de limitaciones, a pesar de que el presente estudio y desarrollo de las tecnologías promete minimizar dichas limitaciones. Entre estas desventajas o limitaciones tenemos:

- 1.- la dependencia a la durabilidad de las uniones en condiciones de procesamiento.
- 2.- la necesidad de un diseño especial para la elaboración de las uniones y
- 3.- la limitada resistencia que ofrecen los adhesivos en condiciones de servicio extremas, sobre todo en el caso del calor. Los adhesivos poli-imidos de asentamiento térmico y las resinas epóxicas son capaces de mantener un buen servicio en condiciones de hasta 250°C, temperatura sobre la cual el material se desintegrara. Materiales inorgánicos como los silicatos pueden actuar como adhesivos en temperaturas cercanas a los 1500°C, pero no son muy eficaces en condiciones de alta exigencia mecánica y tienen una limitada adherencia a los metales.

También cabe mencionar que la toxicidad y inflamabilidad son propiedades de muchos de los adhesivos solventes y esto contribuye a los peligros de ensamblado.

Materiales adhesivos y sus propiedades

Los adhesivos se pueden clasificar en muchas maneras, considerando que cada distinto tipo de formula puede ser definida en términos de:

- A.- Los materiales a ser unidos.
 - B.- La forma física del adhesivo.
 - C.- Los métodos de adherencia.
 - D.- Las propiedades mecánicas ejercidas en la unión.
-

E.- Su durabilidad en servicio.

También podrán ser clasificadas en términos de los principales componentes químicos que la conforman y aún cuando esta es la clasificación que menos información entrega al diseñador, es comúnmente la mas usada.

Materiales unidos

La clasificación de los adhesivos de acuerdo a la gama de materiales que son capaces de unir no es aplicable en su totalidad a los plásticos y gomas debido a las variaciones en las propiedades de adherencia que se pueden encontrar dentro de miembros específicos en cada clase; por ejemplo, un adhesivo que es adecuado para el cobre no es necesariamente adecuado para el acero. Las tablas que incluyen en su listas materiales distintos o similares adheridos con adhesivos recomendados definidos por su composición química, tienen un valor o utilidad restringida y pueden ser engañosas.

Requerimientos de secado:

Los adhesivos se los puede clasificar en tres grupos principales, dicha clasificación se realiza en base a sus propiedades de secamiento y asentamiento.

- 1.- **Los adhesivos basados en solventes**, lo que se solidifican a consecuencia de la pérdida de esta base. Estos incluyen los pegamentos de productos naturales como la goma laca y el bálsamo canadiense, las resinas sintéticas tales como el acrílico, el vinilo, la celulosa y los polímeros de estireno. También están los elastómeros basados en poli-uretanos, poli-clorophina y gomas de nitrila.
- 2.- **Los adhesivos que secan por temperatura (Termoplásticos)**, se liquidifican en presencia de calor y se solidifican y asientan al enfriarse. Estos incluyen los poliéster saturados, los poli acrilatos y los poli etéreos. La mayoría de los materiales termoplásticos pueden funcionar como adhesivos de base solvente. Más ejemplos de esta categoría de adhesivos son los cementos inorgánicos procesados a altas temperaturas o por fusión y resinas termo-asentadas (Las cuales pueden asimismo ser clasificadas como adhesivos de asentamiento químico).
- 3.- **Los adhesivos de asentamiento-secamiento químico** son generalmente empleados en aplicaciones estructurales, las cuales se encuentran sometidas a cargas significativas o condiciones adversas e incluyen compuestos que dependen de las reacciones químicas para secar y endurecer. Estos adhesivos a diferencia de los termoplásticos son insolubles y pueden ser elaborados de forma tal que se pueden mejorar capacidades específicas, como la resistencia al arranque, o tracción paralela y la capacidad de soportar altas temperaturas.

Principales Adhesivos para usos escultóricos.

Los Adhesivos Vinílicos que incluyen a la famosa cola de carpintero. Tiene muy buena adhesividad en uniones madera – madera, madera – papel, madera - poliestireno. Son solubles en agua. Funcionan por evaporación, por lo que son de secado bastante lento (hasta 24 hs.). Forman muy poco cuerpo por lo cual las uniones deben ser bien ajustadas.

Contrae bastante al secar. Puede acelerarse su secado por el uso de calor. Son algo difíciles de lijar porque dejan una película plástica algo gomosa.

Los Adhesivos Celulósicos comúnmente conocidos como cementos celulósicos. Funcionan muy bien cuando se trata de uniones balsa-balsa, balsa-papel. Son solubles en acetona, acetato de etilo, tolueno. Funcionan por secado del solvente dejando una capa de nitrocelulosa que adhiere las superficies. Las uniones deben ser bien ajustadas ya que no forma buen cuerpo. Contrae ligeramente al secar. Su secado puede ser variable de acuerdo al tipo de solvente utilizado, existen desde secado lento más de dos horas, hasta los de secado rápido (5 minutos). Son fáciles de lijar.

Los Adhesivos Alifáticos son similares a los vinílicos, con las mismas características de adhesividad y secado. Algunas marcas comerciales poseen secados más rápidos. Tienen la particularidad de activarse con el calor lográndose excelentes uniones en enchapados de poliestireno con madera y son fácilmente lijables.

Los Cianocrilatos son adhesivos simples y de gran fuerza que se curan rápidamente a temperatura ambiente para formar resinas termoplásticas al aislarlos entre dos elementos que contengan ciertos trazos de humedad en la superficie. Dado que el curado comienza en la superficie del substrato, estos adhesivos tienen un espacio limitado de curado de aproximadamente 0.010 pulgadas. Existe una gran variedad de distintas formulaciones del cianocrilato, con viscosidades, tiempos de curado, propiedades de fuerza, y resistencia térmica variables. Los cianocrilatos logran la fuerza de fijación en segundos, y la fuerza total dentro de la 24 horas. Esto los hace perfectos para la producción automatizada.

Generalmente se comercializan en tres grados: Líquido, de secado ultra rápido (1 a 5 segundos), Medio (también llamado gap filling, o rellenedor de juntas) algo más espeso y de secado intermedio (entre 10 a 20 segundos) y Gel, de secado lento (30

Los Epóxicos son adhesivos comunes de estructura simple o doble, que unen bien a muchos substratos, no emiten ningún derivado, y se encogen muy poco durante el curado. Los epóxicos curados generalmente tienen una excelente fuerza cohesiva excelente y buena resistencia al calor. Estos adhesivos también pueden llenar grandes volúmenes y espacios. La mayor desventaja, sin embargo, es que los epóxicos tienden a curarse mucho más lentamente que otras familias adhesivas, aún con tiempos de fijación típicos de entre 15 minutos y 2 horas. Mientras el calor puede acelerar el curado, los límites de temperatura de los elementos plásticos a menudo rechazan el curado con calor. Además, mientras se curan, los epóxicos generan un calor considerable que puede llegar a temperaturas altas que podrían dañar ciertos elementos plásticos.

Los Poliuretanos son polímeros duros que ofrecen mayor flexibilidad y módulos más bajos que los epóxicos. Disponibles como sistemas simples o dobles, estos adhesivos contienen regiones blandas que otorgan flexibilidad a la juntura y a las regiones rígidas que contribuyen en la fuerza cohesiva; resistencia térmica; y resistencia química. Al variar la proporción de regiones duras y blandas se permite a los fabricantes adaptar las propiedades físicas a la aplicación específica de un determinado diseñador.

Al igual que los epóxicos, los poliuretanos se unen bien a muchos sustratos, incluyendo PVC pesadamente plastificado, aunque a veces se requiera un primer de la superficie. Los poliuretanos también tienen tiempos de fijación similar a los epóxicos (15 minutos a 2 horas) que puede requerir engranaje de piezas y considerable trabajo-en-progreso. Aunque los poliuretanos no presentan mucho riesgo de quiebre-por-tensión, los solventes usados en los imprimadores plásticos sí lo presentan. Los poliuretanos ofrecen buena resistencia química y térmica. Sin embargo, una larga exposición a altas temperaturas degrada a los poliuretanos más rápidamente que a los epóxicos. Al adherir con poliuretanos, la humedad puede afectar tanto el desempeño como la apariencia, por lo que debe excluirse de los componentes del adhesivo.

Los Acrílicos Dobles se parecen a los epóxicos y a los poliuretanos en que ofrecen una buena capacidad para rellenar huecos o espacios, junto con una buena resistencia ambiental y térmica. Los acrílicos dobles pueden formularse para que se fijen más rápido que el epóxico y que los adhesivos poliuretanos, y también para que mejoren la adherencia a muchos plásticos. Los acrílicos son muy flexibles y se unen bien a muchos metales y plásticos, lo que los hace una buena opción para aplicaciones que requieren resistencia a la fatiga y buena durabilidad.

Los Adhesivos de Silicón son los adhesivos tipo elástico. Tienen la particularidad de ser selladores de juntas, trabajan por evaporación, no contraen y algunos tipos resisten altas temperaturas. Son muy buenos aislantes de las vibraciones, por lo que suelen usarse para la instalación de placas de vidrio. Las variedades para altas temperaturas se usan para realizar juntas de escape.

Capítulo 7.- Nuevas Tecnologías y Materiales para la Escultura.



"Logo Emergiendo" Ilustración con el programa Bryce por el autor.

7. Nuevas Tecnologías y Materiales para la Escultura.

El desarrollo de la tecnología moderna nos presenta un panorama muy amplio de posibilidades. El campo del desarrollo de los polímeros es uno de los más fecundos, cada día se desarrollan nuevos polímeros para la industria, la construcción, la medicina y en muy variadas áreas. Este desarrollo sin embargo va enfocado por lo general a intereses de productividad industrial y comercialización.

Las artes plásticas y en particular la escultura se han visto beneficiadas de estos avances gracias no tanto a gracias a desarrollos enfocados a ella sino porque los artistas han aprovechado los descubrimientos de otras áreas. Una atenta observación a las revistas especializadas y la información disponible en Internet le dará al artista la posibilidad de seguir aprovechando esas innovaciones.

En la actualidad los campos que más desarrollo han tenido en cuanto a polímeros aprovechables para el trabajo escultórico son los del maquillaje para efectos especiales de cinematografía, la escenografía y los polímeros para la materialización de modelos virtuales creados en la computadora.

La perspectiva del uso de la computadora en la escultura es a la fecha aun incipiente pero se prevé a corto plazo una gran expansión, dado que se presenta como una opción que posibilitará nuevos enfoques en el tratamiento del proyecto escultórico. De esta forma puede haber planteamientos geométricos innovadores, formas insertadas y operaciones booleanas²⁸, texturas diversas, escalamientos, etc.

7.1. Trabajo de la escultura con polímeros con ayuda de la computadora.

La computadora como herramienta para el escultor tiene un rango de aplicación muy amplio que va desde la normal utilidad que da a cualquier profesionista vinculado a actividades plásticas como procesador de palabras, cálculo de costos de proyectos, etc. a aquellas que implican un conocimiento mayor de otras áreas como diseño gráfico. El escultor podrá tal vez hacer por sí mismo el diseño de carteles y catálogos para exposiciones o bien presentaciones multimedia de su trabajo.

Con el advenimiento de las redes mundiales de información como Internet, el escultor puede y muchos lo hacen ya de hecho auto promocionarse o buscar intercambio de información a través de estos nuevos medios de comunicación. Así mismo el escultor en Internet puede encontrar información de concursos, conferencias, cursos y variados eventos relacionados a la escultura, así mismo puede actualizarse sobre las nuevas técnicas como el maquinado asistido por computadora y la estereolitografía. En la parte final de este capítulo se han incluido algunas direcciones de sitios Internet relativos a todos estos temas.

²⁸ Las operaciones booleanas son utilizadas en programas de generación tridimensional para añadir por intersección, generar huecos con formas específicas, etc.

Sin embargo unas de las posibilidades de mayor vinculación entre la escultura y el uso de computadoras tiene precisamente vinculación a los plásticos y es que ha resultado que el medio mas práctico para pasar del modelo que se ha dado en llamar **virtual** de la computadora a su materialización en la realidad requiere de la intervención de materiales plásticos. Sin embargo antes de detallar estos proceso se requiere mencionar algunas consideraciones.

La computadora personal se ha dado como un fenómeno que propone la resolución de muchas necesidades que en ocasiones tal vez ella misma ha creado.

La escultura asistida por computadora. Como opción virtual y como opción real.

El advenimiento de los últimos descubrimientos y avances tecnológicos nos permite vislumbrar que infinidad de nuevas maneras de comunicarse modifican y alterarán a mediano y corto plazo nuestras formas de vida. La educación interactiva, la comunicación multimedia y el advenimiento de la llamada realidad virtual nos permite predecir que a corto plazo sea concebible pensar en la escultura virtual. El escultor virtual manejará la forma con sus relaciones dimensionales y proporcionales como se ha realizado siempre pues la forma definida será dimensionalmente igual a la forma real , podrá incluso definir colores y texturas pero todo ello siguiendo procedimientos diferentes, no tocando otras herramientas que los periféricos de la computadora, el teclado , el mouse, o cualquier otra interfase para interactuar con el ordenador.

Estas formas podrán nunca materializarse en la realidad y ser incluso percibidas por espectadores que entren en un salón de exposiciones vacío donde los visitantes con cascos de realidad virtual aprecien de todos los ángulos las esculturas, las cuales tal vez no estén estáticas sino animadas y podrán tal vez incluso cambiar de tamaño y forma interactuando con el espectador.

Si esta visión pareciera muy especulativa baste mencionar que existen ya artistas involucrados en estos avances y que la tecnología actual habilita casi la totalidad de los elementos necesarios para una simulación de la realidad la cual dado la problemática que implica el enorme cúmulo de procesamiento de datos para obtener imágenes realistas a la velocidad necesaria para que nuestros sentidos humanos puedan ser engañados con el efecto de volumen y movimiento, las computadoras mas sofisticadas son solo capaces de hacer simulaciones de poco realismo en lo que se ha dado en llamar tiempo real que aproximadamente implica la realización de entre 16 y 24 imágenes por segundo, una computadora personal actual puede ya realizar una imagen fija con realismo fotográfico de un objeto virtual relativamente complejo en lapsos de tiempo según su procesador que superan los varios minutos. Apenas hace pocos años se requería varias horas o incluso días completos.

Sin duda alguna esta visión presenta muchos aspectos discutibles donde la perspectiva de seres que huyan de su mundo real para caer en la inexistencia complaciente de interactuar con sus propios caprichos y todas las implicaciones que seguramente tendrán desde el punto de vista comercial. Implicaciones que ya se presentan con fenómenos como los juegos de video y la interactividad de Internet. No

deja de ser atractivo por otro lado el aspecto intelectual que representa la apertura a un campo inexplorado de posibilidades infinitas como las de crear esculturas que tal vez cambien de color y textura o se transformen esculturas dentro de las cuales circulen o viajen los espectadores .

La manipulación formal virtual se puede convertir en un tema de discusión a corto plazo dado que por ejemplo podría pronto tener el usuario de estos programas el acceso a todo tipo de modelos tridimensionales, pudiendo por ejemplo obtener un modelo tridimensional del David de Miguel Ángel y alterarlo para colocarle el rostro de algún otra persona famosa y producir con ello una estereolitografía y posteriormente un bronce. De esta combinación se lograrían deformaciones de realidades anteriores sin ningún propósito artístico a menos del aspecto conceptual si lo hubiera y desde luego sin disponer de ninguna habilidad escultórica especial. Ese tipo de manipulaciones formales son problemas que actualmente se presentan con la manipulación de imágenes bidimensionales y por ejemplo es ya relativamente conocido una manipulación de la pintura de Leonardo da de la última cena donde el lugar de los personajes reales ha sido ocupado con múltiples estrellas del rock.

La posibilidad de que se produzca una disyuntiva similar a la que se dio con la fotografía y la pintura.

7.1.1. Plataformas Computacionales y Programas de diseño tridimensional.

Modelos tridimensionales. Concepción y creación de modelos tridimensionales virtuales.

Dentro de la amplia gama de programas con distintos propósitos específicos como el de diseño editorial los procesadores de palabras las bases de datos y hojas de cálculo, un grupo de programas que casi desde los inicios de la computación personal ha ido evolucionando para resultar ahora como una posibilidad en la escultura es el de los programas de diseño tridimensional.

Estos programas computacionales definen objetos tridimensionales por lo general a través de las coordenadas de los puntos, líneas y planos que los integran. Utilizando Geometría Euclidiana, es decir proyecciones ortogonales, el usuario puede modificar un objeto en monte (es decir sus vistas superior, lateral y frontal o planta, alzado y lateral), así mismo puede definir y modificar su textura, color propiedades físicas como índices de reflexión y de refracción, e incluso en ocasiones su peso, elasticidad, etc. para que dentro de los procesos de ese programa pueda tenerse una imagen de objeto creado o incluso una secuencia de imágenes para lograr una animación.

Estos programas buscaban en principio la solución de un trazo perspectivo correcto y cada vez mas real bien como la obtención de imágenes fijas o de animaciones para el cine, la televisión o el video.

Todos estos objetos que existen como coordenadas en la computadora no tienen una identidad material por lo que se han dado en llamar objetos de una realidad virtual. Sin embargo recientemente la industria ha encontrado que esos mismos modelos computacionales han resultado muy prácticos definir y producir objetos reales con una gran precisión y has sido creados programas computacionales que utilizando similares sistemas de coordenadas son capaces de controlar tornos, fresas y diversas maquinas para torneando, cortando desbastando materiales pueden llevar a la realidad esos objetos virtuales, estos procesos son los que se dado en llamar Maquinado Asistido por computadora.

Principales programas en las diferentes plataformas.

Las computadoras personales son en la actualidad una opción para el usuario promedio que dispone recurso que hasta hace solo unos pocos años solo disponían grandes institutos de investigación o grandes empresas. La tradición de los diferentes programas como los de; dibujo y animación bidimensional, bases de datos, hojas de cálculo y diseño tridimensional surge a partir de las antiguas super computadoras que actualmente son ya muy superadas por las computadoras personales.

El desarrollo de las computadora personales ha tenido diferentes caminos según las empresas que los han desarrollado así surgieron lo que se ha dado en llamar plataformas computacionales, surgieron así con la empresa IBM las que actualmente se conocen como PC compatibles, con la compañía Apple la computadora Macintosh, con la compañía Commodore la computadora Amiga y la compañía Atari que actualmente solo se dedica a los juegos de video.

Existen también otras plataformas mas poderosas y por tanto costosas y no accesibles al usuario común sino a grandes empresas o instituciones como la compañía NExt, la compañía SUN y la Silicon Graphics todas ella muy vinculadas principalmente al trabajo de diseño tridimensional. Además de la diferencia de precios estas plataformas son mucho mas veloces, sin duda alguna el trabajo tridimensional es de entre todas las posibilidades de funciones resueltas por computadora la que mayor recursos requiere cuando se realiza una ilustración el ordenador realiza millones de complicados cálculos y cuando se trata de animación deben realizarse de 16 a 24 ilustraciones diferentes por segundo.

Aunque las computadoras mas poderosas realizan estas operaciones con mayor rapidez las mas modestas plataformas han sido utilizadas ampliamente en el trabajo tridimensional. Para el caso del maquinado asistido por computadora la industria se ha inclinado por las computadoras PC compatibles y en particular por el programa AutoCad que ha tenido una larga tradición en esta plataforma, si bien al las primeras versiones eran difíciles de manejar ahora es un programa a nivel de los mejores de otras plataformas para diseño si bien no tanto para animación, especulación formal y herramientas de modelado.

Para las computadoras Amiga los principales programas de diseño tridimensional son entre otros uno que precisamente llevaba por nombre Sculpt 3-D La compañía que diseño este programa posteriormente emigró a la plataforma Macintosh. Así mismo el

programa Imagine de la compañía Impulse y finalmente el programa Lightwave de la compañía NewTeck que revolucionó la industria del video con su tarjeta Video Toaster.

Para la plataforma Macintosh cabe mencionar entre muchos otros los de mas tradición y actualmente ubicados como los mas sofisticados ; el Strata Vision, el Infini-D, el Cinema 4-D y el Amorphium.

Están también los programas enfocados a la emulación de paisajes como el Vista Pro y sobretodo el programa Bryce de gran versatilidad.

En la plataforma PC regularmente controlada por el sistema operativo Windows los programas mas accesibles y completos para el trabajo de diseño tridimensional son el Tri-di Studio, y mas recientemente el programa Maya (también disponible para Mac) y el Katia. Desde luego un programa proveniente de la plataforma Amiga y que ha constituido una tradición con grandes recursos es el Lightwave.

La predominancia de la PC y del Autocad formato DFX.

Procedimientos principales para la generación formal virtual son los siguientes;

Generación formal por rotación de un módulo, Aquí se dibuja un contorno bidimensional , se decide la ubicación e inclinación de un eje de rotación y la computadora genera un sólido de revolución.

Generación formal por extrusión de un módulo en este caso se dibuja también un modulo bidimensional y al extruirse la computadora genera las cara laterales de lo que será una moldura, opcionalmente esta extrusión se puede dar a lo largo de trayectorias curvas o espirales, así mismo algunos programas permiten que durante el extruido se vaya dando una contracción o dilatación del módulo permitiendo (si se combina esto con una trayectoria espiara) reproducir formas como la de los caracoles. De la misma manera los módulos generadores pueden girar durante la extrusión habilitando crear formas roscadas como la de los tornillos.

Otra forma de generar volúmenes en la computadora es la de ir dibujando curvas cerradas a diferentes alturas o distancias y luego pedir a la computadora que las una generando un volumen. De esta forma se estará trabajando como los topógrafos cuando describen terrenos con las conocidas como curvas de nivel.

Muchos programas tienen la posibilidad de generar volúmenes a partir de gráficas bidimensionales del llamado tipo "bitmap", es decir que están constituidas por las pequeñas unidades de color que se despliegan en los monitores llamadas pixeles, de esta manera es posible escanear una imagen lo cual consiste en que la información de forma y color de la imagen se convierte en pixeles que pueden manipularse en la computadora. Con este procedimiento se pueden introducir al ordenador dibujos hechos a mano alzada para luego convertirlos en objetos virtuales extruidos. Desde luego serán información bidimensional que en dado caso puede extruíse, es decir que un volumen sombreado no o convertirá la computadora en un volumen sino solo su contorno.

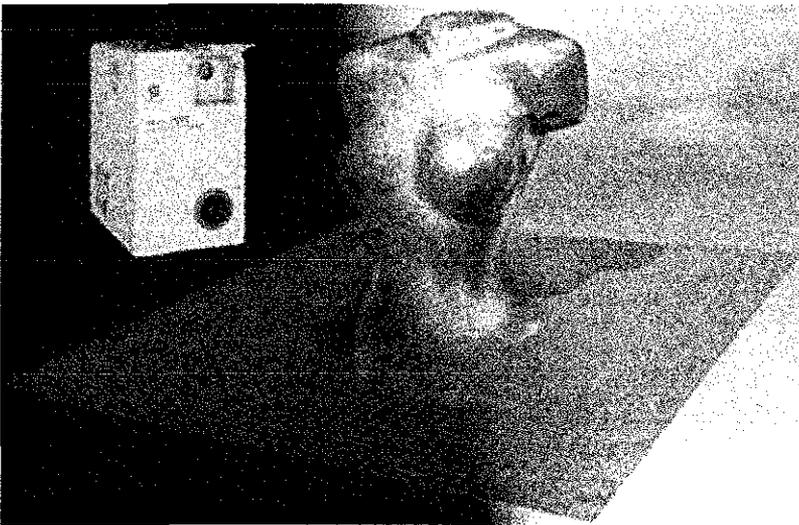
Otras herramientas que se disponen en los programas tridimensionales son los magnetos mediante los cuales por ejemplo a partir de un plano con múltiples subdivisiones en puntos los magnetos se pueden utilizar para repeliéndolos o atrayéndolos hacer un tipo de modelado computacional.

Algunos programas tridimensionales están diseñados para crear mediante patrones aleatorios o con cierto control simulaciones de terrenos, estos han evolucionado para generar simulaciones de diversos tipos de árboles y plantas, montañas, cráteres, y diversos accidentes topográficos. La geometría fractal que utilizan estos programas representa un campo de experimentación formal muy interesante para la escultura pues son formas nuevas que siguen patrones de comportamiento matemático muy *sui generis* que en muchas ocasiones recuerdan formas orgánicas como ramas de coral, cristales minerales.

Aunque al principio parezca que las herramientas de generación formal son muy rígidas en realidad los programas mas sofisticados permiten generar todo tipo de formas desde modelos matemáticos de ecuaciones hasta las formas orgánicas mas irregulares

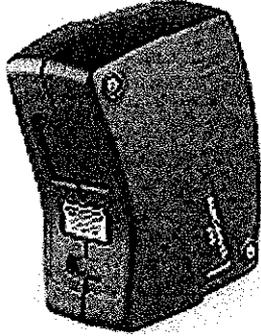
7.1.2. El Escaneo tridimensional.

Esta técnica consiste en que a través de un barrido de rayo láser y su reconocimiento la información de la forma tridimensional de un objeto real se traduce en datos que pueden definir ese objeto con gran precisión como objeto virtual en una computadora. Esta definición se refiere desde luego a su forma aunque ya ubicada esa información en la computadora se le puedan añadir atributos virtuales como textura, tipo de material, color, etc. El escaneo tridimensional como técnica vinculada a la computadora es relativamente nuevo pero corresponde a una tradición de definir objetos tridimensionales bastante anterior. Se puede considerar por tanto continuación de la “holografía”.

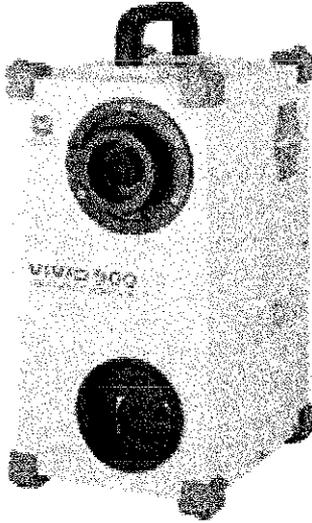
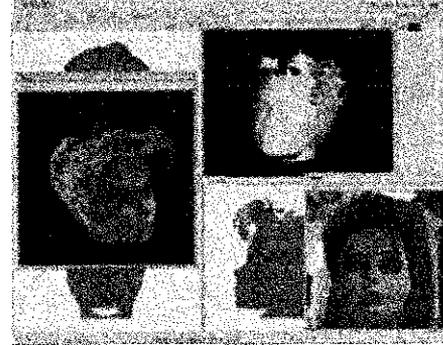


La holografía es un conjunto de técnicas y procesos para definir un objeto tridimensional. Desde hace ya varias décadas científicos y fotógrafos se han interesado en definir formalmente los objetos no solo como la apariencia bidimensional que logra la fotografía sino conteniendo verdadera información sobre el volumen de las cosas. A este efecto se han desarrollado varios procedimientos, muchos de

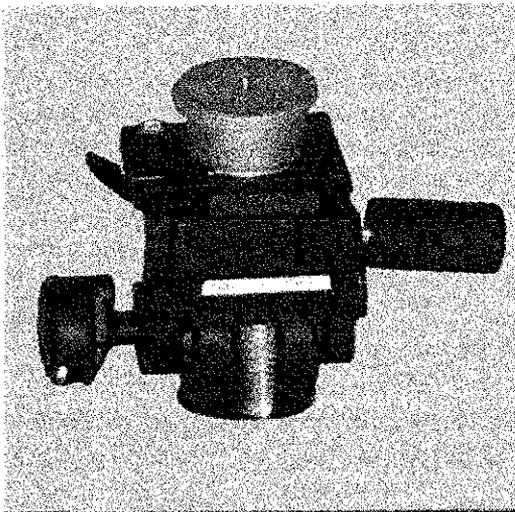
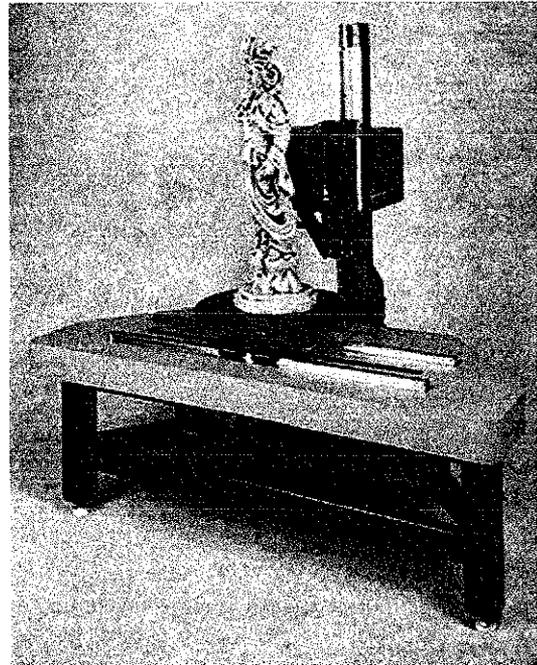
los cuales van vinculados a técnicas fotográficas .



Imágenes 96 y 97.- Escáner económico y apariencia de la interfase en la computadora. Se pueden encontrar en el sitio de Internet:
<http://www.3dscanners.com/>



Imágenes 98 y 99.- Escáner especializado de acción rápida y mesa giratoria que con control de computadora permite girar el objeto a escanear cada 30°.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los mas modernos escaners funcionan a base del principio de triangulación de franjas de láser, donde un diodo de láser y generador de franjas es usado para proyectar franjas en un objeto. La línea es vista a un ángulo por cámaras de manera que las variaciones en alturas del objeto se perciben como cambios en la forma de esas líneas. El resultado es una imagen que contiene información tridimensional de esta forma se pueden capturar hasta 23,000 puntos por segundo.

Las aplicaciones de estos escaners se da en diversos campos; la inspección de piezas industriales en la industria médica y dental en diseño industrial en restauración arquitectónica y otras aplicaciones además de la escultura.

Tras haberse capturado la información a partir de un modelo real, se puede proceder a manipular la información en la computadora para después tener una emisión virtual (animación, juegos de video, etc.) o bien regresar a la elaboración de un modelo real a través de la estereolitografía o la sinterización.

7.1.2. La materialización de los modelos virtuales.

La fascinación que existía en los inicios de la concepción tridimensional de objetos virtuales se convirtió en modelos que poseían pasar al mundo material gracias principalmente a la gran ventaja que la industria vio al poder tener modelos de gran precisión. El problema era la transición de la virtualidad a la materia y la solución se dio a través de la utilización de las maquinas herramientas tradicionales ahora controladas por computadoras. De esta manera Los tornos, las fresadoras y cepillos se conectaron a programas que determinan la secuencias precisas de maquinado para que el modelo virtual se materializara.

Primeramente modelos en ceras duras o polímeros espumados de alta densidad reproducían sus replicas informáticas, infinidad de materiales incluyendo los mismos materiales maquinados tradicionales son los ahora factibles de materializarse.

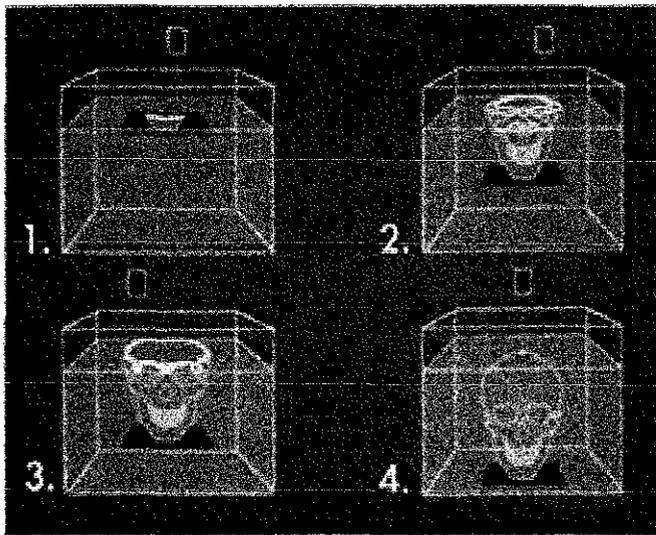
7.1.3.1. Maquinado asistido por computadora (CAD-CAM).

El concepto en términos de programación para hacer realidad lo expuesto en el párrafo anterior fue *Computer Asisted Design* Diseño Asistido por Computadora y *Computer Asisted Machinery*, Maquinado Asistido por Computadora. Cabe destacar desde luego que los procedimientos que las maquinas vinculadas a estos procesos pertenecen al grupo de procedimientos que en este estudio se han definido como reductivos, es decir que a partir de un material en bruto en forma de barra o placa la forma final se da al desbastar o tallar esa forma original y para el caso de estas técnicas hasta ahora descritas se limitan a desbastes rectos o como los que se pueden obtener producto del torneado.

Las técnicas a continuación descritas cubren rangos de generación formal mas amplios que las limitadas posibilidades formales que los maquinados pueden proporcionar, sin embargo el grado de precisión y las mínimas tolerancias de error habilitan posibilidades vinculadas por ejemplo a la escultura geométrica muy difíciles de lograr con otros métodos.

7.1.3.2. Estereolitografía.

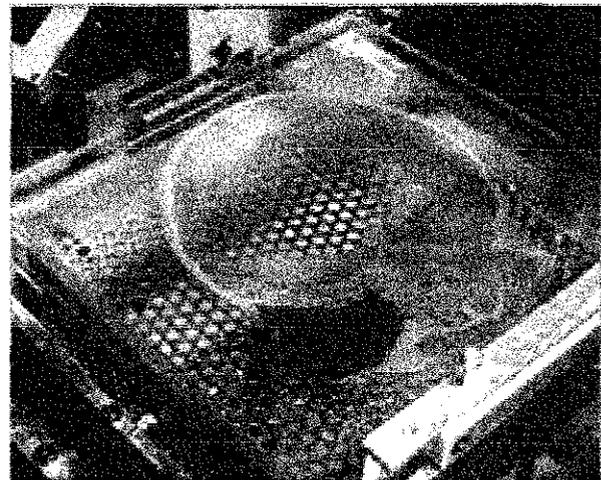
La estereolitografía consiste en varias técnicas de transformación de los modelos virtuales en modelos materiales los cuales por lo general se utilizan como modelos dimensionales para ser producidos en serie mediante procesos tradicionales de producción es decir que esta técnica aun no es usada para la producción directa en serie de objetos sino que los prototipos o mas propiamente como prototipos dimensionales a través de los cuales con otros métodos mas convencionales como el pantografeado es decir maquinarias que a través de recorrer la superficie del prototipo dimensional van maquinando otro modelo en materiales mas definitivos como metales o bien elaboran moldes para producciones seriadas de piezas de plástico por ejemplo.



Al recorrido del rayo láser la resina se va catalizando de manera casi instantánea y aquella ubicada en las vecindades no tocada por el rayo, se mantiene líquida (1). El recorrido del rayo láser va definido en velocidad por el programa y va catalizando la parte del modelo virtual que será sólida haciendo por así decirlo en rebanadas de décimas de milímetro a manera de como describen los topógrafos un terreno en las llamadas curvas de nivel. Conforme el material se solidifica en la superficie la charola se va sumergiendo y el volumen del modelo dimensional va creciendo (2-4).

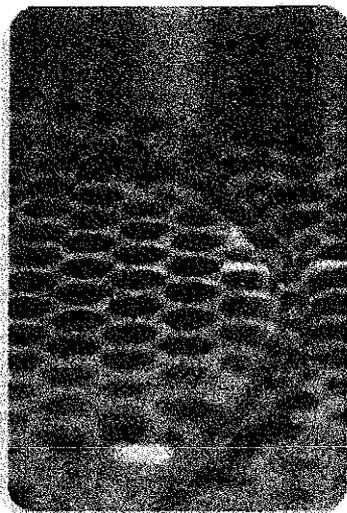
La resina, se encuentra en una cubeta que cuenta en su interior con una base móvil, la cual va descendiendo a medida que las distintas capas se van solidificando. Esta técnica se basa en la posibilidad de solidificar una resina en estado líquido mediante la proyección de un haz láser de una frecuencia y potencia muy concretas.

Con este proceso se logran modelos de gran precisión con tolerancias de error menores a las décimas de milímetro. El material acrílico con que se producen estos modelos es susceptible de teñirse y tiene apariencia muy interesante para su uso en escultura.



Imagenes 101 y 102.- Detalles de la charola cribada que sostiene en objeto a formar en el momento de ser catalizada la resina.

Como consecuencia, la creación de los prototipos se inicia en su parte inferior y finaliza en la superior.



dadas en estos procesos.

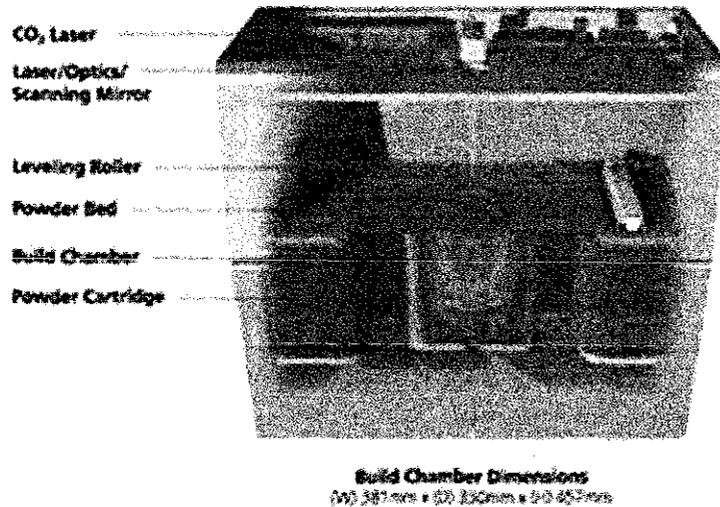
El hecho de que la resina inicialmente se encuentre en estado líquido, conlleva la necesidad de generar, no sólo la geometría correspondiente a la pieza a crear, sino además, una serie de columnas que permitan soportar la pieza a medida que ésta se va generando. De no ser así las distintas capas o voladizos que son necesarios, caerían al no ser autosoportados por la resina líquida no solidificada.

El uso de la computadora habilita el cálculo de las contracciones que se den durante los procesos de producción es decir que se pueden elaborar los modelos dimensionalmente mayores y probablemente con diferencias leves de proporciones a los que tendrán las piezas finales de producción en serie de manera que según sea el proceso de producción (función de metales, vaciado de plásticos o cocido de piezas de barro) los productos finales tengan las dimensiones justas luego de las contracciones

7.1.3.3. Sinterización²⁹ Selectiva por láser

En esta técnica (SSL), el material de partida es una poliamida en polvo el cual puede ser sinterizado (catalización por acción de luz) mediante un haz láser.

El modo de generación de las piezas es similar a la Estereolitografía, en el que los elementos son generados de capa en capa, iniciando el proceso por las cotas más bajas y terminados por las superiores.



Dado que la materia prima se encuentra en estado sólido (se trata de microesferas), no es necesario generar columnas que soporten al elemento mientras éste se va creando, por lo que no existen limitaciones de rotación de pieza como consecuencia de ello, ni la necesidad de eliminarlas posteriormente.

En contrapartida, la cámara en la que se generan las piezas se encuentra a una temperatura elevada (aprox. 1° por debajo de la de sinterizado), por lo que es necesario

ser cuidadoso con la orientación de las piezas a generar, con el fin de evitar gradientes térmicos importantes que podrían torcer la pieza, sobre todo si se trata de paredes de grosor pequeño, o grandes superficies planas, las cuales deberían de ser generadas partiendo de una sección pequeña, mediante unas rotaciones adecuadas. Para obtener unas características mecánicas óptimas de las piezas generadas, los prototipos son sometidos a un post-curado en un horno especial de rayos UVA.

La estereolitografía es un proceso de construcción de objetos tridimensionales estrato a estrato a partir la especificación de un modelo virtual de los mismos.

La idea básica consiste en descomponer el modelo en un conjunto de secciones y fabricarlas una por una. Una vez acabada una sección, se construye encima la siguiente, y así sucesivamente hasta completar el objeto.

Hoy por hoy existen impresoras 3D capaces de crear modelos en resinas, metales, cerámica, elastómeros e incluso papel con precisiones de hasta 0.025 mm. Algunos sistemas construyen el objeto a partir de un baño de monómero líquido que polimeriza solidificándose mediante la energía que le proporciona un láser que va siguiendo el interior de cada sección a construir. Una vez conseguida una sección, se

²⁹ Se entiende “sinterización” como un proceso de solidificación o catalización mediante una energía aplicada.

hunde a ras del líquido y se polimeriza justo encima la sección siguiente. El proceso se repite hasta construir el objeto entero.

El ploteo tridimensional es una técnica similar pero en lugar del rayo láser se utiliza un plotter que va depositando resinas y catalizador de manera que una vez salida la resina a manera de tinta con un cierto volumen esta se cataliza y de manera similar al proceso anteriormente descrito sirve de base para las capas posteriores, de manera similar las tolerancias de error son mínimas, se tiene un material menos interesante y de menor resistencia, el proceso tiende a ser mas accesible en cuanto a costos. Las resinas utilizadas son por lo general formulaciones epóxicas y de buena resistencia pues se utilizan para ser pantografiadas, este procedimiento es mas lento que el barrido láser.

Una variante al ploteo tridimensional es cuando se utilizan en lugar de resinas catalizables, cera. Desde luego se trata de una mezcla especial de varios tipos de ceras y parafinas. En este caso el plotter va depositando pequeñísimos cordones de cera que se solidifica rápidamente y el modelo resultante se puede utilizar para la técnica de la cera perdida obteniéndose modelos dimensionales definitivos en metal. La industria sobretodo utiliza aluminio, titanio y bronce, alternativamente hierro o acero.

La empresa japonesa KIRA produce máquinas que cortan las secciones en hojas de papel que se van apilando hasta producir el modelo completo . Un proceso de laminación a alta presión convierte al modelo en un 25% mas duro que la madera.

Desde luego ambos procesos son solo accesible en la actualidad a empresas que producen constantemente nuevas formas de gran precisión, sobretodo empresas que elaboran moldes para objetos en plásticos y a la fecha no son accesibles directamente al escultor promedio por lo que de aquel que esté en utilizar estas técnicas tendrá que acudir a las empresas con la intención de participar en proyectos culturales o demostrar las posibilidades del equipo a productores. En los Estados Unidos algunas empresas ofrecen la posibilidad de plotear objetos en cera o resinas a precios altos pero mas o menos accesibles y como suele suceder con las tecnologías computacionales los precios tienden a bajar. Estas empresas se publicitan como sus aplicaciones no industriales sino escultóricas ofreciendo la posibilidad de que los clientes obtengan su retrato

El retrato escultórico, la posibilidad de que se puedan escalar y deformar (alterando proporciones generales o aplicando efectos como texturas, etc. El ejemplo de la estereolitografía donde algunos modelos se producen en una resina cristalina.

Sitios vinculados en Internet a este respecto:

<http://www.3dsystems.com>

<http://www.stratasys.com>

<http://web.mit.edu/afs/athena.mit.edu/org/t/tdp/www/index.html>

http://www.kiracorp.co.jp/EG/pro/rp/RP_process.html

<http://www.biomodel.com>

http://www.msoe.edu/reu/Biomed_abstracts.shtml

7.2.4. Internet como medio de información de los plásticos y de la escultura en general.

La red mundial de la información se ha convertido en un factor que modifica las conductas y actitudes de la población en general. En Internet el escultor puede encontrar múltiples recursos para apoyar su trabajo artístico:

Puede encontrar información técnica de nuevos procesos y materiales no solo aquellos vinculados a los polímeros sino en general a las diversas alternativas actualmente disponibles.

Puede comercializar y promocionar su obra. Aunque no con tanta fuerza como se pensó en un principio el Internet es un recurso de comercialización del arte. Muchos escultores ofrecen su trabajo no solo a nivel de su país, sino que prometen por vía de mensajería hacer llegar a cualquier parte sus esculturas.

Cada vez mas galerías ofrecen el trabajo de varios artistas en conjunto y son ellas las encargadas de la comercialización de la obra. A través de sus sitios es sencillo establecer contacto con ellas.

Independientemente del éxito de la posible comercialización es el Internet un excelente recurso de difusión de la obra artística. Si un artista plástico se hace de una página electrónica le bastará con darla de alta en los principales buscadores (yahoo, Alta Vista, Netscape, etc.) para tener visitantes interesados en el tema de todo el mundo.

A través de visitar sitios de otros artistas uno puede mantenerse al tanto de sus tendencias, establecer contacto con aquellos que resulte interesante contactar. Existen también los foros electrónicos que no son otra cosa que lugares en la red donde se expresa la opinión sobre diversos tópicos, se fomenta el análisis y discusión sobre diversas iniciativas e inquietudes, sobre el tema de la escultura existen diversos foros donde se puede participar.

La participación de concursos internacionales de escultura muchas veces se publicita también en Internet, así como innumerables becas y estímulos al trabajo artístico. No faltan también los escultores que solicitan mecenas cibernéticos por este medio.

Muy extenso sería citar aquí todos los sitios de interés para la escultura y no tendría mucho caso pues las direcciones suelen cambiar algunas y desaparecer, lo indicado es hacer una búsqueda según el foco de interés.

El Internet como las nuevas tecnologías son simplemente otras herramientas disponibles al apoyo del trabajo creador de un escultor.

Que mas gratificante que la certeza de haber modificado la forma, la percepción de los demás a través de una propuesta artística recurriendo a los medios disponibles en la actualidad, todos los recursos son válidos en la medida que la concepción creativa sea verdadera y genuina.

Glosario de Términos Técnicos Específicos sobre Polímeros.

(algunos Términos se han incluido en inglés).

A

ABS (acrilonitrilo butadieno-estireno) .- Es un polímero que se obtiene como mezcla de copolímero de acrilonitrilo y estireno con caucho de butadieno y acrilonitrilo o mediante interpolímeros de polibutadieno con estirenos y acrilonitrilo. Los polímeros de ABS tienen buena resistencia química, son tenaces, duros y tienen muy buena resistencia al impacto. El ABS puede ser traslucido u opaco, se puede procesar muy fácilmente.

Abrasión.(Abrasion).- Desgaste de la superficie provocada por las partículas de otro cuerpo, generalmente mas duro llamado abrasivo.

Abrasivo. (Abrasive).- Sustancia dura utilizada para raspar, cortar o lijar otros materiales con el objeto de desbastar o alisar su superficie, rectificarla, labrarla o darle un acabado especial. Los abrasivos de carburo de tungsteno dan buenos resultados en el maquinado del plástico reforzado.

Absorción.- Es el proceso de incorporar una sustancia o propiedad de un material dentro de otro material. Un sólido o un líquido pueden absorber un gas, así como un sólido puede absorber un líquido. La materia puede absorber la luz.

Acabado (Finish).- Cualquiera de las operaciones destinadas a mejorar el aspecto final de una pieza o a conferir a su superficie alguna propiedad particular. 2: Pintura, retoque, última mano que se da a una superficie: también, los productos utilizados sobre una superficie pintada o barnizada para abrillantarla o protegerla contra los agentes exteriores; En los plásticos reforzados el encerarlos periódicamente con cera automotiva, los protege contra el intemperismo.

Acelerador (Accelerator).- Sustancia que activa una reacción química. En el caso del poliéster este acelerador activa al catalizador el que a su vez provoca la reacción entre el poliéster y el Monómero de estireno.

Acetato de Vinilo.- Monómero que se emplea para la producción del poliacetato de vinilo utilizado en la fabricación de adhesivos, y para los copolímeros de etileno-acetato de vinilo y de cloruro de vinilo-acetato de vinilo utilizados para la fabricación de envases.

Acetona (Acetone).- La acetona es un líquido incoloro, inflamable y volátil de olor agradable, que hierve a 56°C. Se obtiene industrialmente a partir del acetileno y también del propeno; como disuelve grasas, resinas, sustancias celulósicas y otras materias orgánicas, tiene infinidad de aplicaciones a modo de solvente en la fabricación de materias plásticas, barnices, etc. No se debe usar para limpiar envases o utensilios empleados con peróxidos, como el que utilizamos para catalizar a la resina poliéster.

Acidez (Acidity) .- Véase pH.

Acrílico (Acrylic).- Plástico (generalmente termoplástico) transparente, obtenido mediante la polimerización del ácido acrílico o metacrílico (C₄H₆O₂). o de un derivado de ambos.

Activador (Activator).- Véase acelerador.

Adhesión.- Fenómeno por el cual dos superficies se mantienen unidas por medio de fuerzas interfaciales o por ensamble o ambas.

Aflorar.- En el trabajo con fibra de vidrio; dibujarse, aparecer o marcarse la fibras de vidrio en la superficie o en el plastiesmalte de la pieza moldeada.

Aglutinante (Binder).- Agente que aglomera, pega o une en un solo elemento: Aglutinante es el material orgánico que mantiene unidos los hilos cortados que forman un fieltro o colchoneta de fibra de vidrio.

Alabeo (Warp).- Defecto de una lámina o cosa plana que se ha combado o torcido (Véase: combadura).

Amianato.- Mineral similar al asbesto (Asbestos). Silicato hidratado de calcio y magnesio en forma de fibras textiles. El amianato presenta el aspecto de fibras blancas y brillantes y el asbesto las tiene grisáceas o verdosas en razón de la presencia de impurezas como alúmina u óxido de hierro. La principal característica del amianato es su resistencia a las llamas ya que solo puede fundirse con soplete. Se llega a usar como carga sobre todo en termoplásticos. Actualmente el uso de ambos materiales es muy restringido dado que se ha demostrado que es un fuerte agente cancerígeno.

Amina (Ammine).- Compuesto derivado del amoniaco. Las aminas del tipo dimetil anilina (DMA) se recomienda usarlas en combinación con los aceleradores de cobalto cuando la temperatura ambiente es muy baja y se requiere reducir el tiempo de polimerización.

Ampolla (Blister).- Burbuja de aire o gas atrapada en el seno de el plastiesmate o gel coat y el laminado, por lo general debilita la pieza.

Anisotropía (Anisotropy).- Característica de algunos refuerzos que ,como el petatillo, presentan resistencias diferentes, según la dirección que se considere. En cualquier material compuesto el diferente comportamiento a los esfuerzos de tensión y compresión según la inclinación de las fuerzas ejercidas.

Autoclave.- Aparato con cierre hermético que permite calentar materiales por encima de su punto de ebullición. Generalmente tiene agua en su interior que al calentarse se transforma en vapor.

Acetileno.- Es el miembro mas sencillo de la serie de hidrocarburos alquínicos (triple unión) no saturados, es una sustancia que ocupa una posición clave en la producción sintética de numerosos materiales estratégicos. Eso se debe a sus propiedades químicas y

además se fabrica a partir del carbón, piedra caliza y agua mediante procedimientos especiales que se aplican a la producción en masa.

Acidificación.- Es el proceso mediante el cual el pH del agua desciende, por adición de un ácido.

Ácido.- Sustancia que libera iones hidrógeno (H⁺) en agua. Compuesto químico cuya propiedad fundamental es la de reaccionar con las bases produciendo sales. Una solución es ácida si se concentran más iones hidrógenos (H⁺) que iones hidroxilo (OH⁻), que se expresa a través de un valor bajo en la escala del pH. Hay dos tipos de ácidos: los hidrácidos que no contienen oxígeno y se obtienen por la combinación de hidrógeno con un halógeno (F, Cl, Br I); y oxácidos que contienen oxígeno, hidrógeno y un no metal.

Acrílico.- Término genérico utilizado para denominar una familia de polímeros basada en el ácido acrílico o derivados de éste. Incluyendo los copolímeros de etileno ácido acrílico y los copolímeros de etileno acrilato. El polimetacrilato de metilo es del punto de vista comercial el más importante del grupo de los polímeros acrílicos que pueden ser considerados estructuralmente como derivados del ácido acrílico. La familia de los acrílicos comprende al grupo de los poliacrilatos, polimetacrilatos y el poliacrilonitrilo. Estos polímeros son usados para diferentes aplicaciones desde lentes de contacto hasta goma sintética, las resinas acrílicas son durables y transparentes. En el campo de envases este término usualmente se utiliza para referirse a aquellos polímeros que se usan solos o en mezclas con poliolefinas para adhesivos, capas para termosellado o recubrimientos.

Acrilonitrilo.- Líquido con estructura molecular CH₂=CH-CN. Es un monómero volátil que constituye el poliacrilonitrilo (PAN); también se emplea como comonómero con estireno y butadieno para fabricar ABS. Por su toxicidad las legislaciones de envases para alimentos fijan como límite de migración específica 0,02 mg / kg.

Aditivos.- Grupo de sustancias químicas específicas diversas que se incorporan a preparaciones plásticas antes o durante el procesamiento, o también a superficies de productos terminados, es decir, después de ser procesados. Su objetivo principal es modificar el comportamiento de los plásticos durante su procesamiento, u otorgar propiedades beneficiosas a artículos plásticos ya fabricados. Este término se utiliza también para las sustancias agregadas a otros materiales.

Adsorción.- Proceso por el cual se concentran moléculas de una sustancia seleccionada sobre la superficie de un cuerpo sólido.

Aerosol.- Sistemas en cual finas partículas sólidas coloidales se hallan dispersas en un gas; cualquier partícula sólida de tamaño pequeño, suspendida en un medio gaseoso.

Alcalino.- Lo opuesto de un ácido. También llamado base. Se dice del suelo con pH mayor que 7,5.

Alcohol.- Grupo de compuestos orgánicos caracterizados por la presencia del grupo hidroxilo. Derivado de hidrocarburo en que se sustituyen uno o más hidrógenos por grupos oxidrilos. (metanol, alcohol etílico)

Alcohol Polivinílico (PVA).- Polímero obtenido por hidrólisis del acetato de polivinilo y no por polimerización de alcohol vinílico. Es un plástico relativamente soluble en agua y que puede ser convertido en película. Esto es particularmente importante en el caso de agroquímicos que son tóxicos u otros productos para evitar el contacto. Es considerado un polímero sintético biodegradable ya que sus uniones de puentes de hidrógeno son atacadas por los microorganismos en presencia de agua.

Antiestáticos (aditivos).- Previenen el bloqueo de las películas entre sí por atracción electrostática, la atracción de polvo, las descargas eléctricas a los operarios y el riesgo de incendios y explosiones. Esto se produce porque los plásticos no son conductores de la electricidad y retienen cargas electrostáticas en su superficie generadas por fricción entre las películas o entre estas y las maquinarias. Los agentes antiestáticos deben poseer una conductividad eléctrica adecuada, tendencia a migrar a la superficie del polímero y ser compatible con el mismo. Los más comunes son compuestos de amonio cuaternario o derivados del glicol.

APC (American Plastics Council) .- Organización internacional cuya misión es demostrar en forma concluyente que el plástico es el material preferido y constituye una elección responsable en un mundo cada vez más comprometido con el medio ambiente. APC, iniciativa unida a la Sociedad de la Industria Plástica, Ine. (SPI), trabaja a favor de toda la industria plástica para intensificar la integración del plástico en los hábitos de consumo del público en general, poniendo especial énfasis en la conservación de los recursos naturales y en los beneficios que acarrea la opción por el plástico. (APC Boilerplate, 1996.).

B

Baquelita (Bakelite).- Marca de resina sintética de finol-formaldehído obtenida precisamente por condensación de un fenol en presencia de un formol. Fue el primer polímero desarrollado por el Dr. Leo H. Baekeland, un científico belga que desarrolló las resinas fenólicas a principios de 1900.

Biodegradable.- Material capaz de ser descompuesto en sustancias naturales como dióxido de carbono, agua y biomasa (humus) por procesos biológicos especialmente por acción de los microorganismos. Mientras que muchos polímeros naturales tales como las proteínas, los polisacáridos, etc, son fácilmente biodegradados por los microorganismos, estos carecen de enzimas capaces de romper las uniones de las cadenas macromoleculares de los polímeros sintéticos tradicionales, es decir los plásticos mas usados en envases (polietileno, polipropileno, PVC, poliamidas, polietileno tereftalato, etc). El término biodegradable sólo se aplica a aquellos materiales que son degradados por microorganismos o por las enzimas generadas por las bacterias y hongos. Existen polímeros sintéticos biodegradables como por ejemplo el alcohol polivinílico, la policaprolactona y otros obtenidos por biotecnología como los polihidroxialcanoatos. Los poliésteres alifáticos tales como el ácido poliláctico, etc. Los envases biodegradables son

aquellos que están constituidos por un material que permite mantener completamente su integridad durante su manufactura, vida de estantería y uso por parte del consumidor, y que, tan pronto como se desecha luego del uso, comienza a cambiar por influencia de agentes biológicos, fundamentalmente microorganismos que lo transforman en componentes menores que eventualmente se diluyen y cuya disposición final es el compostaje.

Biodegradación.- Es el consumo de sustancias por parte de microorganismos siguiendo vías metabólicas catalizadas por enzimas segregadas por aquéllos, y su velocidad depende de condiciones ambientales tales como: temperatura, humedad, oxígeno y flora microbiana (antagonismo, sinergismo, competición entre microorganismos).

Burbuja.- Glóbulo de gas o aire atrapado en un plástico.

B.T.U. (British Thermal Unit) .- Unidad calorífica usada por los ingleses y americanos, que representa la cantidad de calor necesaria para elevar un grado Fahrenheit la temperatura de una libra inglesa de agua (equivalente a 0.2522 kilocalorías).

Bactericida.- Sustancia que se encarga de producir la muerte de las bacterias. Pueden ser antibióticos, suero bactericida, etc.

C

Caleo (Chalking) .- Material seco con apariencia calina en la superficie del plástico.

Carga (Filler).- Material inerte agregado a una mezcla de polímero con el fin de reducir costos, modificar propiedades mecánicas, impartir color o textura.

Carnauba (Wax palm).- Cera vegetal obtenida de palmeras, utilizada como desmoldante o lubricante o barnices y en la preparación de ceras para modelar.

Cavidad (Cavity).- Depresión en el molde producida por el maquinado, ajuste u otros procesos.

Catalizador (Catalyst).- Sustancia o agente que inicia o activa una reacción química sin quedar formando parte de los productos finales. El endurecedor usado en los polésteres y epóxicos, si queda formando parte del polímero final así que es incorrecto pero usual llamarle catalizador. (Véase iniciador y endurecedor).

Cáustico.- Es cualquier agente destructor, especialmente químico (puede ser un ácido, alcalino o salino).

Celofán.- Film transparente obtenido a partir de la pulpa de madera que a bajas humedades es una buena barrera a los gases. Es recubierto con resinas plásticas sintéticas para mejorar sus propiedades de barrera a vapor de agua y para permitir el termosellado.

Celsio (Celsius) .- Escala de temperatura centesimal cuyo símbolo es la letra C.

Celuloide (Celluloid).- Marca registrada de un termoplástico compuesto esencialmente de nitrocelulos y alcanfor.

Ciclo (Cycle).- operación completa de un molde o troquel. Secuencia de eventos que se repiten regularmente.

Cohesión.- El estado por el cual las partículas de una sustancia se mantienen unidas por fuerzas de unión químicas.

Colchoneta (Chopped strand Mat).- Filtro obtenido a partir de filamentos cortados de fibra de vidrio, los cuales son distribuidos uniformemente en todas direcciones.

Cloruro de Polivinilo (Polyvinyl Chloride).- Conocido por sus siglas PVC es una de las resinas sintéticas o termoplásticos que mas numerosas aplicaciones tiene por sus propiedades.

Cohesión (Cohesión) .- adherencia o fuerza que une las moléculas de un cuerpo.

Combadura (Warped) .- Alabeado encorvado, convexo o torcido, esta distorsión dimensional ocurre en la pieza después de moldeada o fabricada como producto de las fuerzas internas de la pieza durante su formación.

Componente .-Ingrediente.

Compuesto (Compound mixture) .- producto de la mezcla o combinación de varios ingredientes en uno solo.

Compuestos Cloro flúor carbonados (CFCs) .- Compuestos ampliamente usados como propelentes, refrigerantes y extinguidores de fuego. Son el foco de la preocupación ambiental por estar implicados en las reacciones fotoquímicas de la destrucción de la capa de ozono.

Contaminación.- Se denomina así a la alteración, contagio, desequilibrio y toda otra acción que afecte negativamente el equilibrio natural o el estado de sanidad de organismos vivientes y no vivientes. Hay diferentes tipos de contaminación: Acústica: Se denomina así a la producción de ruido en niveles que exceden los límites tolerables por el oído humano, lo que origina daños físicos como psicológicos. Atmosférica: Es cuando en el aire se encuentra la presencia de una sustancia extraña o una variación importante en la proporción de los componentes que es susceptible de provocar un efecto nocivo o de crear nubes o molestias. Del agua: Es la alteración producida por la mano del hombre en la composición de las aguas tanto dulce como salada. Del suelo: Alteración de la composición natural de la corteza terrestre por fertilizantes y biocidas.

Contaminante.- Es un compuesto o sustancia sólida líquida o gaseosa que afecta negativamente al ecosistema. Pueden ser no biodegradables que no se descomponen o lo hacen muy lentamente y biodegradables que se descomponen con rapidez .

Copolimerización (Copolymerization). Véase Polimerización.

Curado (Cure) .- El cambio de las propiedades físicas de un material por medio de una reacción química, que puede ser polimerización o vulcanización. Generalmente efectuada por la acción del calor y un endurecedor, solos o combinados en ocasiones en presencia de presión.

Curling.- Término inglés utilizado para denominar una característica no deseable en las películas plásticas causada por diferentes fuerzas. El Curling se encuentra en filmes laminados coteados, cuando los componentes tienen diferentes propiedades.

D

Degradable.- Son aquellas sustancias que pueden transformarse en compuestos más simples, moléculas más pequeñas, tanto por acción de la luz (fotodegradable), como por agentes químicos (degradación química) o por acción de microorganismos (biodegradable). Se entiende por plástico degradable a aquellos polímeros, que después de usados se descomponen bajo condiciones normales en un periodo relativamente breve, desapareciendo como material visible. La descomposición puede ser química, fotoquímica (ver fotodegradable) o biológica (ver biodegradable). Debido a esa reacción de descomposición la pieza plástica primero, se torna frágil desintegrándose mecánicamente en varios pedazos. A medida que avanza el proceso, el material se divide en partículas cada vez más pequeñas hasta convertirse en Dióxido de Carbono y agua.

Degradación.- Proceso por el cual un material complejo se descompone en sus componentes minerales.

Delaminación.- Separación parcial o completa frecuentemente causada por falta de adhesión en materiales laminados. La resistencia a la delaminación de estructuras flexibles multicapa depende de las diferentes condiciones en que fueron unidos los filmes simples, así como, de los tratamientos superficiales a los que fueron sometidos presencia de impresión, mezcla inadecuada de los componentes del adhesivo, o falta de curado, y de las condiciones de aplicación del adhesivo.

Densidad.- Masa por unidad de volumen de una sustancia, usualmente se expresa en g/cm³. La densidad indica el empaquetamiento molecular de una sustancia. Por ejemplo el agua en estado líquido tiene una densidad de 1 g /cm³ mientras que el mercurio líquido tiene una densidad de 13,59 g/cm³.

Descomposición.- Acción de reducir o transformar un compuesto en otro. Este término se utiliza para indicar la transformación de la materia orgánica en compuestos inorgánicos simples por la acción de los microorganismos.

Deshidratación.- Es la pérdida de agua de un organismo o material. En petroquímica se entiende como la extracción del agua del petróleo bruto utilizando para ello agentes desecantes como la sal marina, bauxita o alúmina activada.

Despolimerización.- Proceso que reduce las cadenas largas de los polímeros a oligómeros de cadenas cortas o monómeros.

Diluyente (Dissolve) .- Sustancia líquida empleada para aumentar el volumen de la solución y hacerla menos espesa y viscosa.

Disolvente (Dissolvent) .- Sustancia que puede transformar del estado sólido a líquido a otra, por ejemplo la acetona y el alcohol amílico que se usan para disolver pinturas secas.

Dureza Barcol (Barcol hardness) .- Escala de valores para medir la dureza o grado de curado de un plástico termofijo. Por el grado de penetración de una aguja o punta metálica impulsada por un resorte, se determina la resistencia del compuesto fibra/resina. Al aparato empleada para este fin se le denomina impresor Barcol o Durómetro Barcol.

E

Elasticidad (Elasticity) .- Propiedad que tienen los cuerpos, al ser deformados por una fuerza exterior, de recobrar su forma primitiva cuando cesa de obrar dicha fuerza.

Elongación.- Estiramiento o aumento de longitud en la dirección de estiramiento que ocurre cuando una probeta es sometida a una fuerza de tracción. Al principio la elongación es proporcional a la fuerza de tracción, pero cerca del límite elástico al estiramiento aumenta más rápido que la fuerza aplicada. La probeta termina de elongar cuando se rompe.

Elastómero (Elastomer) .- Cualquier material sintético, cuya elasticidad puede ser comparada a la de la goma natural.

Electrolisis (Electrolysis) .- Descomposición química de líquidos o de compuestos en disolución al pasar por ellos una corriente eléctrica continua.

Emulsión.- Líquido constituido por dos sustancias no miscibles una de las cuales se halla dispersada en forma de pequeñas gotas.

Endotérmico (Endothermic) .- Reacción que absorbe calor.

Endurecedor (Hardening agent) .- Agente de curado o endurecimiento químico usado en la polimerización de resinas poliéster o epóxicas, entre otras, No se puede considerar como catalizador pues forma parte del compuesto final.

Encogimiento (shrinkage) .- Contracción superficial generalmente menor que el molde, originada por el curado irregular de la resina.

Etileno.- Hidrocarburo no saturado ($CH_2=CH_2$). Es el monómero utilizado como materia prima para la producción de polietileno.

EVA.- Copolímeros de Etileno, acetato de vinilo. La presencia de grupos acetato rompe la regularidad estructural del polímero con consiguiente descenso de cristalinidad. De esta forma existen copolímeros, con un contenido de acetato de vinilo del 45% que son tipo caucho pudiendo vulcanizarse. Los copolímeros, con un contenido de acetato de vinilo del 30%, son resinas flexibles que suelen emplearse en formulaciones de adhesivos y como aditivo de ceras. Los copolímeros con una proporción molar de acetato de vinilo de 10 al 15% tienen una flexibilidad similar a la del PVC plastificado y son compatibles con cargas inertes. En general, los materiales con 1 a 20% de acetato de vinilo son útiles para a fabricación de películas. Los films de EVA pueden fabricarse por extrusión soplado o por extrusión y se utilizan para la fabricación de películas termocontraible. También se utilizan como capa sellante ya que las temperaturas de iniciación de sellado son inferiores a la del Polietileno de baja densidad.

Extrusión.- El proceso de extrusión es empleado para procesar termoplásticos, aunque los termorígidos pueden también extruirse, usando técnicas especiales. Es un proceso continuo diseñado para convertir plásticos en laminas, caños, películas, tubos, varillas, perfiles, filamentos y para recubrir papel y películas de celulosa y otras así como folio de aluminio, cables, alambres y cuerdas. En la extrusión, el material plástico seco es primeramente cargado en una tolva, luego alimentado a una cámara larga de calentamiento, a través de la cual se mueve por la acción de un tornillo de revolución continua. Al final de la cámara de calentamiento el plástico fundido es empujado a través de una pequeña abertura o matriz con la forma que se requiere para el producto manufacturado. Al salir de la matriz el plástico extruido es recogido sobre una cinta mecánica donde se lo enfría, ya sea por soplores o por inmersión en agua.

F

FAO (Food and Agricultural Organisation) .- Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación.

Fenol.- Hidrocarburo aromático alcohólico que tiene un grupo hidroxilo (OH) unido directamente al anillo bencénico. A diferencia de los alcoholes comunes los fenoles son ácidos (C₆H₅ OH). Son utilizados como desinfectantes y es uno de los monómeros a partir de los cuales se producen las resinas fenólicas (ver resinas fenólicas). Tiene olor y sabor desagradable.

Filme.- Capa delgada de uno o de varios materiales plásticos con espesor inferior a 250micrones, que se utiliza para la fabricación de envases flexibles, envases secundarios (filme termocontraible) , terciarios (filme stretch) y en agricultura para protección de cultivos y en otras aplicaciones.

Flexibilidad.- La propiedad de un film o lámina que le permite ser doblado o flexionado sin romperse.

Foil.- Film de material metálico normalmente con un espesor inferior a los 200 micrones. El más conocido es el foil de aluminio que es una película fina de aluminio puro o de una aleación, que se bobina, variando su espesor desde 4,3 micrones a 150 micrones.

Fotodegradable.- Sustancia que se degrada por acción de la luz. Algunos plásticos son fotodegradables, cuando las cadenas macromoleculares que los componen se rompen en presencia de la luz (normalmente son resistentes al envejecimiento y descomposición). Los plásticos fotodegradables pueden reducir la basura desordenada, pero no ayudan a disminuir el volumen de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios.

Ftalatos.- Grupo de sustancias utilizadas como plastificantes que fundamentalmente para el PVC. Los ftalatos preparados a partir de alcoholes de unos 8 átomos de carbono, son el grupo de plastificantes más importantes. Sin embargo por razones económicas el utilizado más corrientemente es el diisooctilftalato.

Furanos.- Ver dioxinas

G

Gauge.- Término utilizado en algunas oportunidades para expresar el espesor de un filme.

Gel.- Estado gelatinoso de la resina que ocurre antes de convertirse en un sólido. En esta etapa, el material tiene la consistencia de una gelatina y no debe continuarse su aplicación sobre la fibra.

Granulación.- Proceso de reducción de tamaño utilizado para desechos de producción, envases post-consumo, partes industriales u otros materiales que deben ser reducidos de tamaño para procesos posteriores. Los granuladores constan de una tolva alimentadora, una cámara cortadora, una zaranda de clasificación y cuchillas rotativas que trabajan en combinación con cuchillas fijas reduciendo los residuos plásticos hasta un punto en el que puedan pasar por la zaranda de clasificación. El tamaño de las partículas resultantes, llamadas gránulos, puede variar de 3 mm a 20 mm.

H

HDPE (ver polietileno de alta densidad) .- Abreviatura inglesa correspondiente a polietileno de alta densidad.

Hermético.- Envase que no permite el pasaje de aire o líquidos.

Hexano.- Hidrocarburo de cadena lineal alifático (sin dobles ligaduras) conteniendo 6 átomos de carbono. Se utiliza en plásticos como agente de espumado.

Hidrocarburos.- Familia de compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno. Son los compuestos orgánicos más simples y pueden ser considerados como las sustancias

principales de las que se derivan todos los demás compuestos orgánicos. Los hidrocarburos se clasifican en dos grupos principales, de cadena abierta y cíclicos.

Hidrofílico.- Se refiere a las sustancias que tienen una fuerte afinidad por el agua. En relación a los polímeros, son aquellos que dada su estructura molecular (poliamida, alcohol polivinílico y sus copolímeros, etc) presentan afinidad por el agua que puede plastificar el polímero.

Hidrofóbico.- Opuesto a hidrofílico, sustancia que carece de afinidad por el agua.

Higroscópico.- Sustancia que tiene la propiedad de absorber la humedad de la atmósfera. También hay plásticos higroscópicos.

HIPS (ver poliestireno de alto impacto) .- Abreviatura inglesa correspondiente al Poliestireno de alto impacto.

Hongos.- Son organismos primarios que constituyen una subdivisión, de las talófitas. No contienen clorofila ni almidón y viven de materias orgánicas. Pueden ser parásitas (viven de materias orgánicas vivas) o sacrófitas (vive de materias orgánicas muertas). Son importantes para la existencia, la fermentación es esencial en ciertas industrias y hay muchas especies que son comestibles en diferentes partes del mundo.

I

Ignífugo.- Compuestos químicos que se agregan a las formulaciones de los plásticos para mejorar su resistencia al fuego. Son muy importantes en aplicaciones como la construcción, muebles y accesorios donde los plásticos utilizados deben tener una adecuada resistencia al fuego. Pueden actuar en varias etapas del proceso, interfiriendo químicamente en el mecanismo de propagación de la combustión, descomponiéndose con absorción de calor, formando un revestimiento impermeable que impide el acceso de oxígeno al polímero, etc.

Incineración.- Método de disposición de los residuos que involucra la combustión de los mismos. La incineración de los residuos está siempre asociada con la recuperación de energía y tiene la ventaja que no sólo reduce significativamente el peso y el volumen de los residuos, sino que además genera energía. Las perspectivas de generación de energía a través de los residuos plásticos en general dentro de una corriente de residuos mezclados de materiales combustibles, son buenas. Algunos plásticos comunes tienen valores de combustión - energía hasta tres veces mayores a los de la madera y el papel. Para evitar la contaminación inaceptable del aire se requieren equipos (ver incineradores) especiales. Las cenizas generadas en la incineración pueden contener metales pesados.

Inerte.- No reactivo.

Inmisión.- Permanencia de compuestos en la atmósfera proveniente de emisiones. Se considera CMI (concentración máxima de inmisión), el tope máximo sanitariamente permitido.

Inorgánico.- Son los cuerpos desprovistos de vida, no organizados, de origen mineral.

Inyección.- Proceso de transformación de materiales plásticos que implica llevar la resina fundida a una cavidad que oficia de molde. La resina se enfría, solidificándose y la pieza terminada se eyecta del molde. Es un proceso versátil y puede ser aplicado a la producción de artículos o piezas que pesan desde miligramos hasta 90 Kg. La inyectora se compone de una unidad de plastificación y de una unidad de cierre, la unidad de plastificación, que es un extrusora, cuando plastifica la masa la envía con altas presiones hacia el molde y cuando ésta se enfría expulsa las piezas terminadas.

Irradiación.- Exposición a la radiación ionizante.

ISO (International Organization for Standardization).- Organización Internacional para la Estandarización. Organismo Internacional que emite normas a la cual están adheridas muchas organizaciones de distintos países.

L

Laminación.- Proceso por el cual se unen dos o más películas plásticas u otros sustratos como foil de aluminio o papel mediante adhesivos disueltos en solvente o base acuosa o sin solvente para formar una estructura bi o multicapa. También existe laminación por fusión, que es el proceso más antiguo que se realiza por calor o fusión y que se utiliza cuando se unen materiales similares sin la adición de adhesivo.

Laminado.- Es la estructura que resulta de combinar por el proceso de laminación las superficies completas de dos o más bobinas de películas o foil de Aluminio o papel.

Látex.- Emulsión acuosa de una goma sintética o de un polímero. Se utiliza para la fabricación de adhesivos y pinturas.

LDPE.- Abreviatura inglesa para Polietileno de baja densidad (low density polyethylene), la misma en castellano es PEBD

Lixiviación.- Proceso por el cual los materiales solubles o coloidales de los niveles superiores del suelo son arrastrados en profundidad por el agua que circula en sentido descendente (Diccionario Enciclopédico Salvat).

LLDPE.- Abreviatura inglesa para Polietileno de baja densidad lineal (lineal low density polyethylene).

Metano.- Hidruro de metilo. (CH₄), es el más simple de los hidrocarburos. Gas de los pantanos, es incoloro e inflamable. Es algo soluble en agua y soluble en alcohol y éter. Se forma en los pantanos por fermentación de los residuos orgánicos. En las minas de carbón es mezcla explosiva con el oxígeno. Se halla en el gas natural y en el gas de consumo o ciudad.

Metanol.- Alcohol metílico de fórmula CH_3OH : tiene la estructura del metano, donde se sustituye uno de los -H del metano por -OH. También se lo llama alcohol de la madera porque inicialmente se obtenía de la destilación de la madera. Actualmente se sintetiza a partir por ej de gas natural, o monóxido de carbono y gas hidrogeno. Sus usos más importantes son como solvente en la industria química y para la fabricación de muchos compuestos como por ej las resinas de urea-formaldehído.

Metilmetacrilato o metacrilato de metilo.- Uno de los monómeros utilizados para la fabricación de plásticos o resinas acrílicas.

Microondas.- Ondas electromagnéticas, de energía radiante con longitud de onda entre las ondas de radio e infrarojas. Por hallarse próximas a las ondas de radio, las frecuencias de microondas aprobadas para uso en alimentos en los Estados Unidos están entre 2450 y 915MHz. La radiación de microondas causa que las moléculas polares vibren liberando calor.

Microorganismo.- Organismo de tamaño microscópico o submicroscópico, que es tan pequeño que no puede verse a simple vista. Las bacterias, los virus, algunos hongos y algas son ejemplos de microorganismos.

Migración.- En el campo de envases se refiere a la transferencia de sustancias o componentes no poliméricos del envase al producto envasado, particularmente importante en el caso de los alimentos. Se realiza una distinción entre migración total que involucra a todas las sustancias, conocidas o no y migración específica que implica la transferencia de una sustancia particular de interés toxicológico (iones metálicos, monómeros, plastificantes, etc) que pueden transferirse desde el envase hacia el alimento (ver Límite de Migración Total y Específica).

Molde.- Cavidad que confiere la forma final del plástico, al ingresar el material plástico fundido en los diferentes procesos de transformación de plástico, incluyendo inyección, extrusión, inyección soplado, extrusión soplado, termoformado, o prensado en termorígidos.

Moldeo.- Proceso que implica llevar el polímero en estado fundido ya sea termoplástico o termoestable a una cavidad que oficia de molde. Este proceso de transformación comprende los moldeos por, inyección, extrusión, calandrado prensado en termorígidos. El moldeo de un polímero en estado viscoelástico es importante en las técnicas de conformado por vacío, presión y calor. También hay procesos de moldeo por colada (planchas acrílicas, laminados reforzados con fibra de vidrio).

Monómero.- Molécula capaz de reaccionar consigo misma o con otras para constituir un polímero; es decir polimerizarse por reacción de poliadición o policondensación para formar una macromolécula denominada polímero.

Monóxido de carbono (CO).- Gas incoloro e inodoro formado por la oxidación incompleta del combustible. Arde con llama azul y es venenoso por inhalación, debido a que impide el transporte de oxígeno a través de la sangre.

Mutagénico.- Se refiere a aquellos compuestos, sustancias o radiaciones ionizantes que pueden producir cambios en el material genético.

N

Neopreno.- Caucho sintético de tipo policloropreno, que es uno de los cauchos especiales de mayor uso. No se vulcaniza con azufre. El óxido de Zinc es el material preferido para la formación de ligero entrecruzamiento. Los vulcanizados a base de este polímero tienen alta resistencia a la tracción en ausencia de cargas reforzantes, alta resistencia a aceites, calor y luz solar. Se utiliza en recubrimiento de cables, mangueras industriales, formulación de pinturas, etc. Es más resistente a los agentes químicos que el caucho natural.

Neutralización.- Reacción que ocurre cuando se mezclan ácidos fuertes con bases fuertes, los cuales se combinan para formar una sal y agua. El pH es cercano a 7.

Nitrocelulosa.- Producto de la reacción de la celulosa y el ácido nítrico.- se utiliza como recubrimiento del celofán para mejorar sus propiedades (ver celofán). Fue el primer plástico sintético denominado celuloide y descubierto en 1862 por Alexander Parkes, basado en un polímero natural que es la celulosa.

No biodegradable.- Se refiere a una sustancia que no es susceptible de ataque o degradación por parte de los microorganismos o enzimas producidas por ellos, en condiciones ambientales definidas (temperatura, humedad, oxígeno) es decir no se desintegra por procesos naturales y permanece con su estructura original por largos períodos de tiempo.

Nylon (ver poliamidas).- Es el nombre utilizado habitualmente para designar a las poliamidas. Originalmente Nylon fue una marca comercial utilizada para designar a la poliamida producida a partir de la hexametilendiamina y el ácido adipico (nylon66).

O

O.N.G.- Organización no Gubernamental.

Octano.- Molécula de hidrocarburo conteniendo 8 átomos de carbono. El octano es un líquido y es encontrado en el petróleo. Existen como 18 isómeros diferentes. El término número de octano es utilizado para las naftas.

OMS.- Abreviatura de Organización Mundial de la Salud.

P

Papel.- Lámina de material fabricada a partir de pulpa fibrosa (principalmente fibra de madera y también algodón), cargas (principalmente sulfatos, dióxido de titanio) y agentes ligantes (por ej. resinas fenólicas). Generalmente el papel tiene un gramaje inferior a 225g /m². También en el caso del papel se dice ecológico aquel en cuya fabricación se han tomado medidas para evitar la contaminación del agua y de la atmósfera. Son varios los pasos para evitar la contaminación. En el blanqueo se utiliza Cloro, pero en la actualidad puede emplearse más el ozono y los peróxidos. Los desechos de la digestión de pastas químicas se pueden recuperar o depurar. No debe confundirse el papel reciclado con el papel ecológico. El papel reciclado es aquel en cuya fabricación se ha empleado como materia prima solamente papel usado, diarios, revistas, papel impreso, etc. Es decir el papel reciclado es el que se produce empleando fibras recuperadas. Una tonelada de papel reciclado ahorra tres toneladas de madera.

PC.- Abreviatura de Policarbonato.

PE.- Abreviatura de Polietileno.

PEAD.- Abreviatura de Polietileno de Alta densidad.

PEBD.- Abreviatura de Polietileno de baja densidad.

Película (ver film).- (ver film).

Pelletización.- Proceso por el cual se producen partículas de resina de tamaño uniforme. El polímero fundido en el extrusor pasa por una matriz formando múltiples hebras de polímero (se podría comparar con el proceso de elaboración de fideos a partir de una masa homogénea). Estas hebras, se enfrían y solidifican al pasar a un tambor enfriador a base de agua. Luego estas hebras llegan a una cámara donde son cortadas aproximadamente a un cuarto de pulgada de largo. Algunos sistemas modernos ya cuentan con pelletizadores que se encuentran bajo agua, donde las hebras son cortadas por una cuchilla rotativa inmediatamente después de salir de la matriz. Esta operación se realiza en dispositivos herméticos, ya que se necesita una circulación continua de agua para enfriar y arrastrar los pellets. Ambos procesos conducen a los pellets a sistemas de deshidratación y secado antes del empaque final.

Percolación.- Es la filtración del agua hasta las capas más profundas del terreno (ver lixiviado). El mayor o menor grado de percolación esta relacionado con la permeabilidad del suelo.

Permeabilidad.- Es una medida del pasaje de líquidos o gases a través de un material. Se refiere al flujo o la velocidad a la cual una cantidad de gas o vapor permeante pasa a través de una unidad de superficie y de espesor de un material en la unidad de tiempo y unidad de presión parcial. La fuerza que impulsa este pasaje es la diferencia de concentraciones o presiones parciales del permeante (transporte difusivo). La permeabilidad depende de

propiedades del permeante y del film de material, de la temperatura, diferencia de presiones parciales, etc. Es muy importante en el caso de envases flexibles y envases plásticos para alimentos.

Peróxido.- Molécula orgánica que forma radicales libres y es entonces efectiva como iniciador de la polimerización por radicales libres o poliadición.

Peso molecular.- Es una medida del tamaño de las macromoléculas, que influye en la mayoría de las propiedades físicas. Mientras que en los compuestos de bajo peso molecular, como benceno, metanol, urea, glucosa, etc éste puede determinarse de forma inequívoca por un gran número de procedimientos, no ocurre así con las macromoléculas o polímeros. Las diferencias en el peso molecular del polímero producen diferencias en la viscosidad del fundido y con ello en la procesabilidad y otras propiedades. La fluidez (Ver Índice de Fluencia)disminuye al aumentar el peso molecular.

PET.- Abreviatura utilizada para Poliester o Polietilentereftalato.

PETG.- Abreviatura del Copolímero de PET con ciclohexanodimetanol que es utilizado en aplicaciones de termoformado y de extrusión soplado.

Petróleo.- Hidrocarburos procedentes de la descomposición anaeróbica del plancton marino. Los organismos que componen el plancton marino caen al fondo del mar formando una capa extensa. Las bacterias anaerobias los descomponen transformándolas en sapropel que posteriormente da lugar al petróleo. El petróleo no puede utilizarse directamente tal como sale de la tierra, hay que refinarlo, es decir que al ir calentándolo de modo adecuado se van obteniendo los componentes según su mayor o menor ligereza. Gases de petróleo, gasolinas ligeras, medias y pesadas, nafta, queroseno, gasoil, fuel oil y productos pesados como parafina, betún y coque.

Petroquímica.- Industria dedicada a obtener derivados químicos del gas natural y el petróleo.

Petatillo (Woven Roving) Tejido fabricado a partir de fibras roving.

PH.- Símbolo que indica la acidez de una solución acuosa. Es una medida de la concentración de iones Hidrógeno (H^+) en solución acuosa. $PH = -\log[H^+]$ siendo esta última la concentración de protones de la solución acuosa. El pH de soluciones ácidas es inferior a 7 y el de soluciones alcalinas es superior a 7. El agua pura neutra tiene un pH de 6 a 7.

Pigmento.- Son moléculas químicas que reflejan o transmiten la luz visible, o hacen ambas cosas a la vez. Su color depende de la absorción selectiva de ciertas longitudes de onda de la luz y de la reflexión de otras. Generalmente es material finamente dividido y dispersable que imparte color a la superficie que es agregado.

Pintura.- Compuesto de un pigmento y un excipiente. Está formado por aglomerantes diluyentes, plastificantes, secantes y disolventes.

Pirólisis.- Tratamiento térmico de los residuos a alta temperatura (600 a 1000° C) en un medio anaeróbico, es decir es la descomposición química o conversión de un compuesto a altas temperaturas usualmente en ausencia de oxígeno. La pirólisis reduce el volumen de los residuos hasta un 90% y conduce a una recuperación parcial de su poder calorífico.

Plasticidad.- Propiedad de un cuerpo en virtud de la cual tiende a retener su deformación después de reducir o eliminar la fuerza de deformación.

Plástico.- Grupo de sustancias orgánicas de alto peso molecular o polímeros tanto naturales como sintéticos excluyendo los cauchos o elastómeros. En determinada etapa de su manufactura todo plástico es capaz de adoptar la forma final deseada, bajo la acción de calor y presión.

Plastificante (ver Aditivos).- Sustancia o grupo de sustancias que se agregan a las resinas plásticas para aumentar su maleabilidad o flexibilidad y facilitar el procesado de los productos finales. Los plastificantes son principalmente líquidos de alto punto de ebullición y baja presión de vapor. Ejemplo importante son los ésteres del ácido ftálico.

Policarbonato.- Polímero amorfo, fabricado a partir de bisfenol A y fosgeno, posee excelente resistencia al impacto, resistencia al calor (hasta 230°C) y transparencia (90% para la luz visible; la luz UV es absorbida). El Policarbonato tiene muy buena resistencia al frío y al calor por eso se utiliza para contenedores para llenar en caliente (biberones) y que se utilizan a temperaturas de congelamiento. También se utilizan en sistemas ópticos láser de almacenamiento de datos (Ej.: compact discs, faroles). Puede ser moldeado por inyección, soplado y por extrusión e inyección soplado. Se pueden obtener filmes por extrusión o de una solución, al igual que las fibras. Los filmes se pueden termoformar y soldar.

Policondensación.- Reacción química por la que se forman macromoléculas a partir de moléculas simples del mismo tipo o diferentes que poseen por lo menos dos grupos reactivos. Durante el proceso se desprenden productos simples y de bajo peso molecular como agua, ácido clorhídrico y otras sustancias similares.

Poliéster.- Polímero que se produce por la policondensación de ácido para tereftálico y glicol. Entonces la fórmula del PET puede ser visualizada como. El PET es transparente, tenaz, posee buenas propiedades de barrera a gases y humedad. Las moléculas de PET pueden ser fácilmente orientadas por el proceso de soplado y las botellas de PET presentan baja permeabilidad a gases, lo que las hace útiles para el envasado de bebidas alcohólicas carbonatadas o gaseosas. También se utiliza como película para laminación en envases flexibles. Los trozos de PET limpios y reciclado y los pellets tienen una gran demanda para fibras textiles, para hilado de alfombras, material sintético de relleno y geotextiles. Otras aplicaciones incluyen cintas, compuestos moldeados y envases rígidos y semirígidos (bandejas tanto para alimentos como para otros productos). Se puede moldear fácilmente por inyección, y también por extrusión siempre que se respeten las condiciones de elaboración. Es fácil su metalización.

Polietileno.- Polímero producido por la polimerización del monómero de etileno ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$). Según el proceso de polimerización pueden producirse resinas plásticas de alta o baja densidad. Es una poliolefina que es un termoplástico semicristalino que se caracteriza por una buena resistencia química y buen aislamiento eléctrico. La dureza del polietileno es una consecuencia de su estructura cristalina. Cuanto mayor es su estructura cristalina, tanto más duro y rígido es el producto. Se puede transformar con facilidad por los sistemas convencionales de producción. Es uno de los grupos de plásticos más utilizados en diferentes aplicaciones, como por ejemplo envases.

Polietileno de alta densidad.- Se produce por proceso de polimerización a bajas presiones. Según este proceso se fabrica la mayor parte del polietileno. Actualmente se define solamente por su rango de densidad que va desde $0,941\text{g} / \text{cm}^3$ hasta $0,965\text{g} / \text{cm}^3$. Es una poliolefina de cadenas lineales; utilizado para fabricar botellas de leche, jugo, agua y productos de limpieza. Las botellas de PEAD no pigmentadas son translúcidas, muy buenas barrera al vapor de agua y duras. Las pigmentadas son de mayor resistencia química que las no pigmentadas, propiedad necesaria para el envasamiento de artículos de limpieza, detergentes que tienen una más larga vida. Los artículos de PEAD fabricados por inyección son resistentes a quebraduras y deformación y se utiliza, por ejemplo en pots para yogurt.

Polietileno de baja densidad.- Se produce por el proceso de polimerización a baja presión. Según este proceso se fabrica la mayor parte del polietileno. Actualmente se define solamente por su rango de densidad que va desde $0,910\text{g} / \text{cm}^3$ hasta $0,925\text{g} / \text{cm}^3$. Es un plástico que se utiliza principalmente para la fabricación de películas (filmes) debido a su tenacidad, flexibilidad y relativa transparencia. El PEBD alcanza un punto de fusión elevado, lo cual le otorga preferencia en la opción para aplicaciones donde se necesita sellado térmico. Se usa comúnmente para fabricar películas flexibles para bolsas de venta por menor u otras. EL PEBD también se utiliza en diferentes películas coextrudadas o laminadas que se utilizan para el envasado de diferentes productos alimenticios, cosméticos, etc.). También se utiliza en la fabricación de tapas flexibles y botellas. Se le da mucho uso en tuberías y cables dada su propiedad de estabilidad eléctrica y características de procesamiento.

Polietileno de baja densidad lineal.- Plástico utilizado fundamentalmente para películas (filmes) debido a su tenacidad, flexibilidad y relativa transparencia. El PEBDL es la resina ideal para el moldeo por inyección por su tenacidad superior, y se lo utiliza para artículos tales como bolsas de basura, bolsas de supermercado y recubrimiento de acequias.

Polimerización.- Reacción química, por la cual las moléculas de monómero se unen entre sí para formar moléculas grandes cuyo peso molecular es múltiplo de la sustancia original.

Polímero.- Compuesto de alto peso molecular o macromolécula natural o sintético formada por la unión de moléculas iguales denominadas monómeros que tienen grupos funcionales que permiten su combinación bajo condiciones adecuadas.

Polipropileno.- Plástico obtenido por polimerización del gas propileno. Tiene una excelente resistencia química, es fuerte y es el de más baja densidad (0,9g /cm³) entre los plásticos utilizados para envases, lo cual favorece un alto rendimiento. Tiene un elevado punto de fusión, lo cual lo hace ideal para contener líquidos y alimentos a alta temperatura. Presenta buenas propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas y óptima resistencia química. En los co-polímeros con etileno se mejora esta resistencia química así como la fragilidad a baja temperatura. Pueden fabricarse películas bio-orientadas denominadas OPP y que se utilizan ampliamente en envases para fideos, galletitas, golosinas, etc. Este film puede ser coteado y metalizado. Se puede moldear fácilmente por inyección, soplado, por termoformado en vacío. Por extrusión se pueden obtener filmes, monofilamentos, barras, tubos, planchas, etc. Se emplea para piezas industriales, componentes eléctricos y electrónicos, químicos, cuerpos huecos, tubos, piezas resistentes al agua, artículos para cocina, envases flexibles semirígidos y rígidos, juguetes, industria textil, mobiliario, construcción, cintas para embalaje, entre otros.

Poliuretano.- Se fabrica a partir de la reacción química de isocianatos y alcoholes polihídricos. En el año 1937 se fabricaban fibras de poliuretano competitivas con las poliamidas. Las principales aplicaciones de los poliuretanos han sido para aislamiento térmico, como las espumas, también los elastómeros, los adhesivos y recubrimientos superficiales. Los procesos de transformación son diferentes para cada caso. Los tipos lineales se pueden moldear por inyección, compresión o extrusión. Se pueden usar otras tecnologías como la hilatura en húmedo para hilados de calidad, o bien en los tipos reticulados, los sistemas normales de elaboración de la goma, pinturas y adhesivos. El poliuretano básico es formado mezclando dos líquidos, un alcohol polihídrico y un disocianato. El entrecruzamiento es llevado a cabo con resinas epóxicas con la adición de un tercer compuesto reactivo. Los poliuretanos tienen óptima elasticidad y flexibilidad, resistencia a la abrasión (5 a 6 veces más que el caucho) y al corte. Gran resistencia a los aceites minerales y grasas. Buena barrera al oxígeno, ozono y luz UV. Los usos más conocidos son; fúeles, tubos hidráulicos, juntas, empaquetaduras. Los más duros se emplean para piezas deslizantes, cápsulas, suelas para zapatillas, ruedas especiales.

Postcurado.- En ciertas resinas el curado completo y la obtención de las óptimas propiedades mecánicas se logran por medio de la exposición de las resinas curadas a mayores temperaturas.

Preservadores.- Aditivos usados en la industria alimenticia para prolongar la vida útil de los alimentos. Inhiben la presencia de mohos y protegen la concentración del producto. Algunos preservadores, si son utilizados en cantidades excesivas, pueden resultar tóxicos para los organismos vivos.

PVA.- Abreviatura de polivinil alcohol. Este polímero se produce a partir de la hidrólisis del polivinil acetato o acetato de polivinilo y no por polimerización de alcohol vinílico. Es un plástico soluble en agua que puede ser utilizado como película.

PVC.- Abreviatura de policloruro de vinilo. Polímero perteneciente al grupo de resinas vinílicas, producido por polimerización del monómero de cloruro de vinilo (densidad : 1,4 g / cm³) Se puede utilizar una variedad de procesos de polimerización (suspensión,

emulsión, etc.) para producir polímeros para aplicaciones específicas. También se incorporan co-monomeros y una variedad de aditivos que afectan sus propiedades. EL PVC es uno de los materiales con mayor capacidad de aditivación y más formulado. Algunas formulaciones de PVC incluyen más de 12 aditivos diferentes. Todas estas opciones hacen del PVC un material muy versátil que puede ser formulado para satisfacer los requerimientos de muchas aplicaciones en envases y otros mercados. Puede ser utilizado como PVC rígido o plastificado. A diferencia del polietileno o propileno es un material de naturaleza frágil y que requiere la adición de altos porcentajes de plastificante para que pueda ser utilizado como película en envases. Las películas y láminas de PVC plastificado son transparentes, tenaces y tienen una buena barrera al oxígeno y a la humedad. Esta barrera es mayor en las láminas de PVC rígido, las que pueden ser co-extruidas con PE y termoformadas para la fabricación de bandejas. Sus buenas propiedades de estabilidad, buena resistencia a la intemperie, fluidez, estabilidad eléctrica, facilidad de moldeo por termoformado, etc., permiten su aplicación en múltiples usos, como ser materiales para la construcción y en todo tipo de envases alimenticios como botellas, bandejas, etc. El PVC flexible es también utilizado para aislamiento de cables, películas y placas, coberturas para pisos, productos de cuero sintético, revestimientos y muchas otras aplicaciones.

R

Resina.- Producto orgánico sólido o semisólido, natural o sintético, generalmente de alto peso molecular. Las resinas son por lo general insolubles en agua y tienen poco o nula tendencia a cristalizar.

Roving.- Hilos de fibra de vidrio unidos paralelamente y sin torsión, que dan forma a una cuerda o mecha. Su presentación es en bobinas.

T

Termofijo.- Sustancia que una vez curada, se transforma en una sustancia insoluble y infusible.

Termoplástico.- Sustancia que puede ser ablandada por el calor y endurecida al enfriarse. Este ciclo puede repetirse varias veces.

Tixotropía.- Propiedad por la cual algunas mezclas de resina o gel-coat pueden disminuir su escurrimiento. El material se vuelve mas viscoso mientras permanece en reposo y con agitación, al mezclarse o efectuar su aspersion, casi se convierte nuevamente en líquido. Esta propiedad es la que permite que un material permanezca vertical sin escurrirse o encharcarse en la parte inferior. Esta propiedad se logra al incorporar a la resina algún agente.

V

Vaciar.- Formar un material plástico en una configuración determinada, vertiendo la mezcla en un molde y permitiéndole endurecer sin aplicar presión externa. Puede o no aplicarse calor antes o después de verter el plástico.

Vaciado.- Producto obtenido de la operación de vaciar, diferente al moldeado.

Velo.- (Surface Mat) Colchoneta de fibra de vidrio sumamente delgada, que en ocasiones se encuentra estampada proporcionando así un efecto decorativo. Este material asegura una superficie resistente al intemperie y evita el afloramiento de la fibra de vidrio.

Viscosidad.- Resistencia o fricción interna de un líquido a fluir, generalmente se expresa en unidades Poises o Centipoises.

Volátil.- Que puede evaporarse

Conclusiones.-

Es claro que los polímeros representan una opción viable para los escultores en la actualidad y que además de ser estos una serie de materiales representativos de nuestra realidad deben de enfrentar aún una lucha por su aceptación sobretodo ante determinados sectores de la población y de los canales de comercialización y distribución de la obra artística.

Los polímeros constituyen un grupo de variados materiales que se pueden concebir de manera agrupada por las similitudes químicas que comparten aunque en el aspecto físico poseen una diversidad de propiedades que podrían también considerarse como diversos materiales, en este estudio se consideran agrupados basándose también en los aspectos semióticos que comparten así como la problemática que juntos enfrentan como medio expresivo en un contexto cultural.

Es muy importante destacar que el escultor comprometido con conceptos trascendentes a transmitir en sus creaciones debe considerar la importante responsabilidad en este proceso a través de las dos vertientes la técnica y la teoría.

Técnicamente es básico que el escultor conozca todos los aspectos involucrados en la producción y manejo de los polímeros para obtener de ellos los efectos requeridos sin cometer errores que produzcan a largo plazo efectos de rechazo en el consumidor (craqueladuras, persistencia de olores desagradables por inadecuados procesos de curado, deformaciones por contracciones, riesgos de incendio etc.). Esto efectos de rechazo se han dado por el hecho de que estos materiales se vinculan con lo industrial y el proceso de producción de productos “útese y deséchese”.

Teórica y conceptualmente el escultor que trabaja con polímeros tiene la gran responsabilidad de justificar bien sus proyectos considerando la dualidad que representa que si bien los polímeros son materiales representativos de lo contemporáneo las desventajas que se han planteado en este estudio (factores desde luego superables).

El escultor que trabaja con polímeros tiene dos opciones fundamentales; ser coherente con las propiedades del material al ser producido o bien aprovechar las características de gran versatilidad de los plásticos. Esto quiere decir que los polímeros son el único grupo de materiales donde el escultor puede ser partícipe en la generación del material. Por lo general con otros materiales el artista transforma un material ya formado, en algunos casos lo dobla, lo modela, lo talla, etc. Con los polímeros el creador puede participar en la generación del material Al principio de este estudio se mencionan lo ejemplos de artistas como Cesar Badaccini, John Chamberlain y otros que se han afiliado al concepto de la concordancia en la fue generado el material (resinas que se escurren, espumados que se pliegan y doblan, etc.) y por otro lado se ha hablado también de la enorme capacidad de los polímeros para imitar otros materiales, así como para ser factibles de generarse con ellos innovadoras texturas y configuraciones formales muy difíciles de lograr con materiales convencionales.

Si bien hasta aquí se ha hecho énfasis en las propiedades distintivas de los polímeros es también importante destacar los elementos comunes de estos con otras materias. Al igual que todo medio expresivo escultórico los polímeros requieren del artista un conocimiento interiorizado de propiedades distintivas de la materia y técnicas de trabajo. Como sucede con la piedra, los metales, las maderas, etc., los polímeros deben conocerse, sentirse, experimentarse y a través de un largo proceso de aciertos y desaciertos dominarse tanto de manera técnica como conceptual de manera que pueda de ellos obtenerse lo necesario para producir efectos artísticos de valor en la escultura. Forma y material son de cualquier forma aspectos inseparables del fenómeno de la manifestación y percepción de lo tridimensional.

Las ventajas inherentes a muchos de los polímeros desde el punto de vista técnico (ligereza, relación resistencia-peso, facilidad de tallado de espumados, etc.) hacen que sean excelentes opciones para la enseñanza de la escultura.

BIBLIOGRAFÍA.-

(Antecede el número utilizado como referencia bibliográfica)

-
- Referencia N°: **1**
Autor: **ACHA, Juan.**
Título: **"Las Actividades Básicas de las Artes Plásticas".**
Editorial: Ediciones Coyoacán, México 1994.
Descripción: 134 p. ilustr. 29cm.
Clave Dewey: 709.9
ISBN: 970633025-9
Temática: Teoría del Arte
- Referencia N°: **2**
Autor: **ACHA, Juan.**
Título: **"El Consumo Artístico y sus Efectos".**
Editorial: Editorial Trillas, México 1988.
Descripción: 304 p. ilustr. 24cm.
Clave Dewey: 709.9
ISBN: 92107981
Temática: Teoría del Arte
- Referencia N°: **3**
Autor: **ANDREWS, Oliver (dedicatoria por Mark di Suvero)**
Título: **"Living Materials: A Sculptor's Handbook".**
Editorial: University of California Press 1988
Descripción: 344 p. B/N.
Clave Dewey: 708.8
ISBN: 0520064526.
Temática: Escultura y los plásticos como materiales.
- Referencia N°: **4**
Autor: **BALDWIN, John**
Título: **"Contemporary Sculpture Techniques: Welded Metal and Fiberglass".**
Editorial: Reinhold, New York 1967
Descripción: 344 p. B/N.
Clave Dewey: 708.8
ISBN: 0520064526.
Temática: Escultura y los plásticos como materiales.
- Referencia N°: **5**
Autor: **BUNCH, Clarence.**
Título: **"Acrylic for Sculpture and Design".**
Editorial: Van Nostrand Reinhold, Nueva York 1972.
Descripción: 144 p. ilustr. 29cm.
Clave Dewey: 731.92/2
ISBN:
-

- Temática:** Técnica de utilización del acrílico como material y como pintura para acabados e ilustración.
- Referencia N°:** 6
Autor: DAWSON, Robert. (1921).
Título: *"Practical Sculpture; Creating with Plastic Media"*.
Editorial: Studio Vista, Londres 1970.
 editado también por Viking Press, Nueva York 1970.
Descripción: 112 p. ilustr. 26 cm. Bibliografía en pag.110.
Clave Dewey: 731.4
ISBN: 0289797578
Temática: Escultura en plásticos.
- Referencia N°:** 7
Autor: GOETHE, J.W.
Título: *"Propyläen zur Kunst"*.
Editorial: Munchen, 1962.
Descripción: 234 p. ilustr. 15 cm. Bibliografía en pag. 221.
Temática: Escultura en plásticos.
- Referencia N°:** 8
Autor: GRUBBS, Daisy
Título: *"Modeling a Likeness in Clay"*.
Editorial: Watson-Guptill; 1996
Descripción: 175 p. Ilustr. 25 cm.
Clave Dewey: 731
ISBN: 0823030946
Temática: Escultura en barro.
- Referencia N°:** 9
Autor: HUGHES, Victoria.
Título: *"Polymer: The Chameleon Clay: Art Ranch Techniques for RE-Creating the Look of Ivory, Jade, Turquoise, and Other Natural Materials"*.
Editorial: Krause Publications 2002
Descripción: 144 p. ilustr.
ISBN: 0873493737
Temática: Plastilina de polímeros.
- Referencia N°:** 10
Autor: LEBER, Hermann.
Título: *"Plastisches Gestalten, Technische und künstlerische Grundlagen"*.
Editorial: Dumont, 1979. Colección Taschenbücher #84.
Descripción: 234 p. ilustr. 15 cm. Bibliografía en pag. 221.
ISBN: 3-7701-1070-6.
Temática: Escultura en general y en plásticos.

- Referencia N°: 11
Autor: LINDLEY, Phillip.
Título: *"Sculpture Conservation: Preservation or Interference"*.
Editorial: Ashgate Publishing Company 1997.
Descripción: 249 p.
ISBN: 1859282547
Temática: Restauración y conservación
- Referencia N°: 12
Autor: MAYER, Ralph.
Título: *"Materiales y Técnicas del Arte"*.
Editorial: Tursen Herman Blume Ediciones.
Descripción: 751 p. 24 cm. Extensa Bibliografía.
ISBN: 84-87756-17-4.
Temática: Materiales para las Artes Plásticas.
- Referencia N°: 13
Autor: MEILACH, Dona Z.
Título: *"Soft Sculpture and other Soft Art Forms, with Stuffed Fabrics and Plastics"*.
Editorial: Crown Publishers, Nueva York 1974.
Descripción: 248 p. ilustr., 27 cm. Bibliografía en pag. 217.
Clave Dewey: 731.4
ISBN: 0801957672
Temática: Escultura en textiles, materiales blandos y polímeros.
- Referencia N°: 14
Autor: LANGLAND, Tuck
Título: *"From Clay to Bronze: A Studio Guide to Figurative Sculpture"*.
Editorial: Publisher: Watson-Guptill Pubns; 2000
Descripción: 208 p. Ilustr. 25 cm.
Clave Dewey: 731
ISBN: 0823006387
Temática: Proceso de la Escultura de la cera al bronce.
- Referencia N°: 15
Autor: LINDLEY, Phillip (Editor)
Título: *"Sculpture Conservation: Preservation or Interference"*.
Editorial: Ashgate Publishing Company 1997
Clave Dewey: 731
ISBN: 8472141590
Temática: Conservación de la Escultura.
- Referencia N°: 16
Autor: LUCCHESI, Bruno
Título: *"Modeling the Figure in Clay"*.
Editorial: Watson-Guptill; 1996
-

Descripción: 175 p. Ilustr. 25 cm.
Clave Dewey: 731
ISBN: 0823030962
Temática: Escultura en barro.

Referencia N°: 17
Autor: **LUCCHESI, Bruno**
Título: *"Terracotta"*.
Editorial: Watson-Guption; 1996
Descripción: 175 p. Ilustr. 25 cm.
Clave Dewey: 731
ISBN: 0823053210
Temática: Escultura en barro.

Referencia N°: 18
Autor: **MEILACH, Dona Z.**
Título: *"Creating with plaster."*
Editorial: New York : Galahad Books, [1974] c1966.
Descripción: 73 p. : chiefly ill. ; 29 cm.
Clave Dewey: 731.4/52
ISBN: 0883650754 : \$6.95
Temática: Técnica de trabajo de plaster en escultura.

Referencia N°: 19
Autor: **MCREE, Livia, FAGO Celie, SARGEANT, Georgia**
Título: *"Polymer Clay: Exploring New Techniques and New Materials"*.
Editorial: Rockport Publishers 2002
Clave Dewey: 731
ISBN: 1564968693
Temática: Conservación de la Escultura.

Referencia N°: 20
Autor: **NEWMAN, Thelma R.**
Título: *"Plastics as an Art Form"*.
Editorial: Chilton Book Co., Radnon Pensilvania 1969.
Descripción: 403 p. ilustr. 27 cm. Bibliografía en pags. 385-387.
Clave Dewey: 702.8
ISBN: 0801957672
Temática: Plásticos en las arte plásticas en general.

Referencia N°: 21
Autor: **NEWMAN, Thelma R.**
Título: *"Plastics as Sculpture"*.
Editorial: Chilton Book Co., Radnon Pensilvania 1974.
Descripción: 223 p. ilustr. 26cm. Bibliografía en pag.217.
Clave Dewey: 731.4
ISBN: 0801957672

Temática: Escultura en plásticos.

Referencia Nº: 22

Autor: **NEWMAN, Thelma R.**

Título: *"Plastics As Design Form"*.

Editorial: Chilton Book Co., Radnon Pensilvania 1972.

Descripción: 223 p. ilustr. 26cm. Bibliografía en pag.217.

Clave Dewey: 731.4

ASIN: 0801955955

Temática: Escultura en plásticos.

Referencia Nº: 23

Autor: **MILLER, Richard M. (Editor), MILLER Gloria (Fotografo)**

Título: *"Figure Sculpture in Wax and Plaster"*.

Editorial: Dover Pubns; 1987

Descripción: 175 p. Ilustr. 25 cm.

Clave Dewey: 731

ISBN: 0486253546

Temática: Proceso de la Escultura de la cera al bronce.

Referencia Nº: 24

Autor: **MONTELLA, Ralph**

Título: *"Plastics in Architecture: A Guide to Acrylic and Polycarbonate"*.

(Plastics Engineering Series, Vol 10)

Editorial: Marcel Dekker; 1985

Descripción: 175 p. Ilustr. 25 cm.

Clave Dewey: 731

ASIN: 0824773969

Temática: Plásticos en la Arquitectura.

Referencia Nº: 25

Autor: **OLSON, Lynn**

Título: *"Sculpting With Cement: Direct Modeling in a Permanent Medium"*.

Editorial: Steelstone Pr; 1988

Descripción: 323 p. Ilustr. 25 cm.

Clave Dewey: 731

ISBN: 0960567801

Temática: Escultura en concreto.

Referencia Nº: 26

Autor: **ODIAN, George G.**

Título: *"Principles of Polymerization"*.

Editorial: Wiley-Interscience; 3era. Edición 1991

Descripción: 175 p. Ilustr. 25 cm.

Clave Dewey: 731

ISBN: 0471610208

Temática: Química de polímeros.

- Referencia N°: 27
Autor: **PANTING, John.**
Título: *"Sculpture in fiberglass: the use of polyester resin and fiberglass in sculpture"*.
Editorial: New York, Watson-Guptill Publications 1972.
Descripción: 120 p. illus. 23 cm.
Clave Dewey: 731.2
ISBN: 0823046729
Temática: Resinas poliéster en la escultura.
- Referencia N°: 28
Autor: **PARRILLAS Corzas, Felipe.**
Título: *"Resinas Poliéster, Plásticos Reforzados, Fabricación, Moldeo Formulaciones"*.
Editorial: Editorial La Ilustración, México 1970.
Descripción: 242 p. illus. 20 cm.
Temática: Resinas poliéster y procesos productivos.
- Referencia N°: 29
Autor: **PLOWMAN, John.**
Título: *"Enciclopedia de Técnicas Escultóricas"*.
Editorial: Editorial Acanto, Barcelona 1995.
Descripción: 176 p. ilustr. color, 23 cm.
ISBN: 84-86673-56-9.
Temática: Diversas técnicas escultóricas.
- Referencia N°: 30
Autor: **PERCY, Hubert Montagu.**
Título: *"New materials in sculpture; cold casting in metals, glass fibre, polyester resins, vinamold hot melt compounds, coldcure silastomer lexible moulds, cavityless sand casting, and vinagel "*.
Section on casting in cement foundry, by Edward Folkard.
Editorial: London, A. Tiranti, 1965. Series:Scopas handbook.
Descripción: 152 p. illus. 22 cm.
Clave Dewey: 731/.2
ISBN: 0854589988
Temática: Escultura. Técnica y materiales para artistas.
- Referencia N°: 31
Autor: **ROUKES, Nicholas.**
Título: *"Plastics for Kinetic Art"*.
Editorial: Watson-Guptill Publications, Nueva York, 1974.
Descripción: 175 p. ilustr. algunas en color, 29 cm.
Clave Dewey: 708.8
ISBN: 0823040291.
Notas: Incluye índice, Bibliografía en las pags.172 y 173.
-

- Temática: Escultura Cinética y los plásticos como materiales.
- Referencia N°: 32
 Autor: **ROUKES, Nicholas.**
 Título: *"Sculpture in Plastics"*.
 Editorial: Watson-Guption Publications, Nueva York, 1978.
 Descripción: 192 p. ilustr. algunas en color, 29 cm.
 Clave Dewey: 731.4
 ISBN: 0823047016 \$22.50 USD.
 Notas: Incluye índice.
 Temática: Escultura en plásticos.
- Referencia N°: 33
 Autor: **SCHWARTZ, Therese.** (1932).
 Título: *"Plastic Sculpture and Collage; Design, Materials, Methods"*.
 Editorial: Hearthsides Press, Nueva York 1969.
 Descripción: 128 p. Ilustr. 25 cm.
 Clave Dewey: 731
 Temática: Escultura en plásticos y collage.
- Referencia N°: 34
 Autor: **TREJO Castro, Antonio**
 Título: *"La Técnica del Moldeo Manual con Fibra de Vidrio"*.
 Editorial: Editorial ATC, México, D.F. 1984.
 Descripción: 224 p. Ilustr. 22 cm.
 Clave Dewey: 731
 Temática: Moldeo manual con fibra de vidrio.
- Referencia N°: 35
 Autor: Varios Autores, coordinado por **MIGDLEY, Barry.**
 Título: *"Guía completa de Escultura, Modelado y Cerámica"*.
 Editorial: Hermann Blume, Madrid 1982. editado originalmente en inglés por Phaidon Press, Oxford.
 Descripción: 224 p. Ilustr. 25 cm. Índice en la pag. 216
 Clave Dewey: 731
 ISBN: 8472141590
 Temática: Escultura en plásticos, arcilla cerámica, cera, metales, madera, yeso, hormigón, mixtas, escultura lumínica, cinética.
- Referencia N°: 36
 Autor: **WITTKOWER, Rudolf.**
 Título: *"La Escultura, Procesos y Principios"*.
 Editorial: Editorial Alianza
 Descripción: 288 p. Ilustr. 24 cm.
 Clave Dewey: 731
 ASIN: 91225962
 Temática: Escultura.

Proveedores de Productos vinculados al trabajo con Polímeros en México (D.F.)

AXSON México SA de CV

San Luis Potosí # 211 Col. Roma
C.P. 06700, Distrito Federal
Fax (55)5264-4916, (55)5264-4922

Dow Corning de México S.A. de C.V.

Campos Eliseos 345-5 Piso
Col. Polanco
11550 México City,
Distrito Federal
Mexico
TEL:+52 5 327 1313
FAX:+52 5 327 1356

Ge Silicones

Av Prol Reforma 490 Piso-4
Col. Santa Fe
C.P. 01210 , Alvaro Obregon, Distrito Federal
Tel. (55)5257-6058 , (55)5257-6091, (55)5257-6094

Epóxicas Plásticos Y Herramientas S.A. de C.V.

Mar Mediterráneo 108-A
Col. Tacuba
C.P. 11410 , Miguel Hidalgo, Distrito Federal

Especialidades Químicas para el Poliéster SA

Cielito Lindo # 25
C.P. 57819, México
Tel. (55)5238-1318

F. Parrilla Y Cia S.A. de C.V.

Av. de las Granjas 103-A
Col. Jardín Azpeitia
C.P. 02530 , Azcapotzalco, Distrito Federal
Tel. (55)5341-0285 , (55)5341-0138, Fax (55)5341-007810079

Kaicho Quimico S.A. De C.V.

Lago Chalco No. 191 S/N
Col. Anahuac
C.P. 11320 , Miguel Hidalgo, Distrito Federal
Tel. (55)5527-4946 , (55)5784-5871, Fax (55)5260-6097

KEM Resinas SA. de CV.

Paulino Fontes # 70

C.P. 07780, Distrito Federal
Tel. (55)5355-5550, (55)5355-6162

Poliéster y Abrasivos

Bvd. Manuel Avila Camacho # 208-A,
Col. San Francisco Cuautlalpan,
Naucalpan de Juárez, Estado de México, C.P. 53560
Tel/Fax. (01) 53-58-58-28,
53-58-33-33,
53-58-32-77, soporte técnico
55-76-92-26
<http://www.poliesteryabrasivos.com/>

POLISIL

Potrerrillos no. 12
Col. Parque Industrial Nezahualcoyotl
C.P. 57819, NEZAHUALCOYOTL, MEXICO
Tel. (55)5716-7018

Productos de Silicón S.A. de C.V.

Cda. Toluca 55
Col. Olivar De Los Padres
C.P. 01780, Azcapotzalco, Distrito Federal
Fax 00535-0508, 00683-8116

Poliformas Plásticas

Calz. Ignacio Zaragoza No. 448
Col. Federal
C.P. 15700, Venustiano Carranza, Distrito Federal
Tel. (55)5785-0430, (55)5738-9052, Fax (55)5581-5510

Poliformas Plásticas

AV. OBSERVATORIO # 525
TEL/FAX(55)5272-0922

Poliformas Plásticas

ZARAGOZA # 448
TEL/FAX(55)5785-0430

Poliformas Plásticas

ERMITA IZTAPALAPA # 490
TEL/FAX(55)5581-0122

Poliformas Plásticas

Bvd. A Quéretaro # 75

Tel/Fax(55)5361-2615

Productos de Silicón SA de CV

Cerrada de Toluca # 55

Tel. (55)5596-1745, Fax (55)5681-0508, (55)5683-5034

Reactivos y Resinas S.A. de C.V.

Vicente Guerrero # 20

México

Tel. (55)5715-1454, (55)5715-1579, Fax (55)5715-1736

VIAR

Rosas Moreno # 128

Distrito Federal

Fax (55)5535-4006, (55)5546-0024, (55)5566-9311

Añadir A Mi Directorio

Vitro Fibras S.A.

Av Acueducto 459,

Col Zacantenco, C.P. 07360

Tel. 52-