



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS

**MANUAL DE GLASS CASTING:
CERA PERDIDA Y MOLDE DE ARENA**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN ARTES VISUALES

PRESENTA:
PATRICIA SOCORRO ALINE ROMERO FERNÁNDEZ

DIRECTOR:
MAESTRO MARGARITO LEYVA REYES

MÉXICO D.F. 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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





MANUAL_{de}
GLASS CASTING
CERA PERDIDA y MOLDE DE ARENA

ALINE ROMERO FERNÁNDEZ

Dedicado a Beatriz Buberoff

“Hay quien nace viejo y muere de lo mismo sin enterarse siquiera de su paso por la vida, hay quien nace y muere joven eternamente joven renovador y creativo”.

Guayasamín





Introducción	15
1. Historia del vidrio	17
2. Información técnica	33
2.1 Que es el vidrio	36
2.2 El color	37
2.3 Tipos de vidrio y tratamientos	38
2.4 Técnicas aplicadas al arte	44
2.5 Comportamiento del vidrio en el horno	49
2.6 Curvas de temperatura	51
3. Molde Arena	57
3.1 La arena	60
3.2 Sellos	63
3.3 Sand core	65
3.4 Inserts	67
3.5 Esmaltes y Mica	69
3.6 Prueba de color	70
3.7 Molde de arena	72
3.8 Vaciado del vidrio	76
3.9 Conclusión	82

Índice

Índice

4. Cera Perdida	87
4.1 Elaboración del original	90
4.2 El silicón	92
4.3 La cera	103
4.4 Retoque de cera	108
4.5 Preparado del yeso	110
4.6 Cera perdida	115
4.7 Vaciado del vidrio	116
4.8 Apertura del molde de yeso	119
4.9 Sugar Acid	121
5.0 Conclusión	122
5. Anexo	133
6. Conclusión	144
7. Glosario	148
8. Índice de fotos	163
9. Bibliografía	166

En este manual explico paso a paso, con ayuda de ilustraciones y fotografías, dos procesos para la fundición y creación de escultura en vidrio.

El capítulo 1: Reseña de una línea del tiempo para ubicar los acontecimientos más importantes de la historia del vidrio con los de la historia de la humanidad.

El capítulo 2: Dedicado a datos técnicos del vidrio: composición, colores, tipos de vidrio, tratamientos, técnicas artísticas, comportamiento del vidrio dentro del horno y curva de temperatura.

Los capítulos 3 y 4: Desarrollo de los procesos de cera perdida y molde de arena. En ambos capítulos encontramos un listado de los materiales necesarios, la explicación de la creación de los moldes, cómo agregar color al vidrio, el vaciado del vidrio, el recocimiento, imágenes de piezas terminadas y conclusiones de los resultados obtenidos.

Introducción

Por herencia familiar, desde mi infancia he estado en contacto con el vidrio: vitrales, vidrio fusionado y vaciado (casting). Aprovechando el conocimiento que he adquirido y el hecho de que existe muy poca información (en español) de escultura en vidrio, decidí escribir este manual basándome en mis resultados, logros y errores.

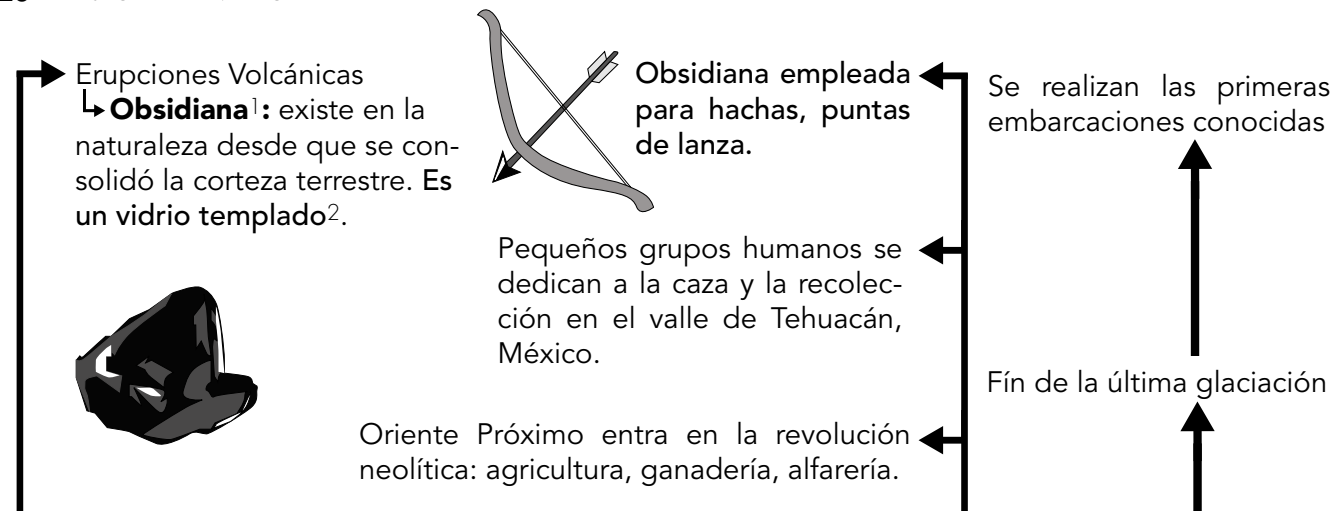
1. HISTORIA DEL VIDRIO



HISTORIA DEL VIDRIO



El vidrio más antiguo es el creado por la naturaleza: la obsidiana. Después de las puntas de lanza y cuchillos de obsidiana la intervención del ser humano con el vidrio son los vidriados. El primer objeto 100% de vidrio lo encontramos en el 7000 A.C. y la primera escultura de vidrio es del 1400 A.C. A lo largo de la historia el ser humano ha desarrollado un sin fin de técnicas para trabajar el vidrio, siendo el soplado la más popular gracias a su facilidad para la producción en serie.



40 millones de años

12,000 A.C.

9,000 A.C.

8,000 A.C.

7,000 A.C.

Complejo de templos más antiguo del mundo: Göbekli Tepe, Turquía.

Primeras vasijas de cerámica, Japón.

Vidriado³ más antiguo, recubrimiento verde sobre piedras.

Primeras viviendas de piedra.

Cueva de las manos, Patagonia.



Egipcios conocían la técnica del vidriado.

Objeto de vidrio más antiguo. Hecho de pasta de vidrio⁴.

En Sudamérica se empiezan a cultivar papas y frijoles.

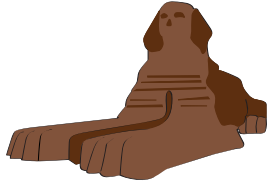
1 Obsidiana: vidrio volcánico, es una roca ígnea volcánica perteneciente al grupo de los silicatos

2 Sobre vidrio templado ver página 41.

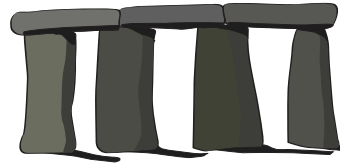
3 Vidriado: compuesto de óxidos o minerales que se aplica sobre un soporte cerámico y luego se calienta a temperatura de fusión.

4 Sobre pasta de vidrio ver página 45.

Primera pieza de cerámica en Mesoamérica



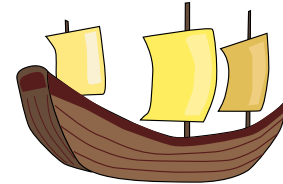
Aparece la cerámica en México



Amuletos de vidrio fabricados en mesopotamia

Aparición de Fenicios

Se utilizan carros por primera vez en Mesopotamia.



3,000 A.C.

2,500 A.C.

2,300 A.C.

2,000 A.C.

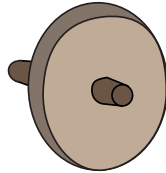
1,800 A.C.

Sumerios crean escritura cuneiforme.

Se inicia el uso del bronce, Mesopotamia.

Mapa más antiguo.

Primeros vidrios, resultado de la experimentación sobre vidriado cerámico



Esplendor de Troya.

Asiria se convierte en imperio.

Aparición del Judaísmo

- Dinastía Shang en China
- Código de Hammurabi
- Técnica del Núcleo de Arena⁵



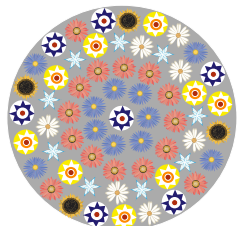
- Creta destruida por volcán Santorini.
- Escultura de vidrio más antigua
- Tutmosis III conquista Medio Oriente y lleva vidrio a Egipto
- Muerte de Moises

1,600 A.C.

1,500 A.C.

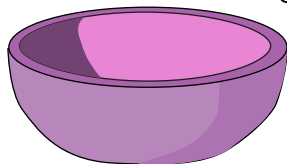
1,400 A.C.

1,300 A.C.



Vidrio mosaico Millefiori⁶

Esplendor de la civilización Egea



Producción de objetos huecos de vidrio en Egipto y Mesopotamia.

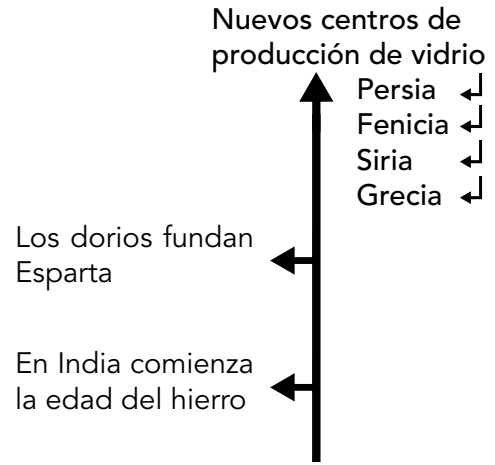
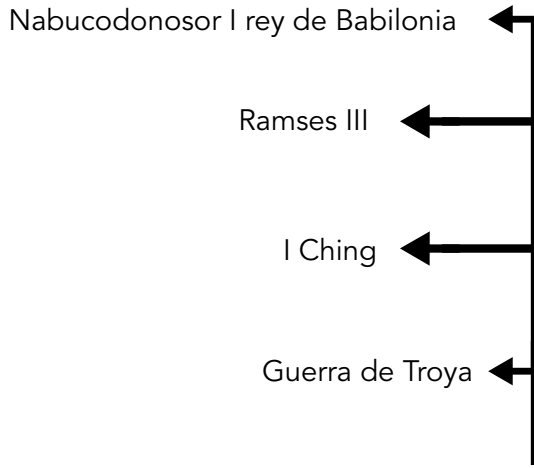
Esplendor de la cultura Micénica.

Joyería de vidrio oro y piedras en Egipto.



5 Núcleo de Arena : en el extremo de una barra se hacía un corazón de arena, se humedecía y se introducía en un crisol con vidrio fundido, luego se alisaba rodándolo sobre una superficie plana.

6 Millefiori : mil flores, técnica para fabricar vidrio creando un patrón de pequeñas flores, similar a un estampado.



1,200 A.C. ————— 1,100 A.C. ————— 1,000 A.C. ————— 900 A.C.

- En fenicia aparecen los filisteos.
- En grecia a parecen los dorios.
- Egipcios ocupan prensado de vidrio⁷.
- Comienza la civilización olmeca.



→ David sucede a Saúl en Israel.

→ Producción de vidrio reaparece.

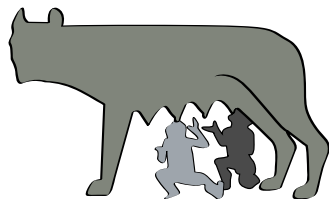
Decaen la producción de vidrio debido a crisis por guerras.

Inicio de la dinastía Zhou

7

Prensado de Vidrio : Se obtiene moldeando en prensas el vidrio a 600 °C (aprox.), se pueden hacer objetos huecos ó macizos.

→ Rómulo funda Roma.



→ Se funda la cultura Griega

→ Primera olimpiada



→ Comienza la filosofía griega

→ Ciro el Grande, convierte a Persia en el imperio más grande.

→ Confucio → confucianismo.
Lao-Tsé → taoísmo.

700 A.C.

600 A.C.

500 A.C.

400 A.C.

Inicia producción de vidrio a gran escala.

Fundación de Pompeya, Milán y Japón.

Fenicios usaban cuentas de vidrio⁸ como moneda.

Biblioteca de Asurbanipal
↳ Primer documento literario de la elaboración del vidrio.



Guerras Médicas

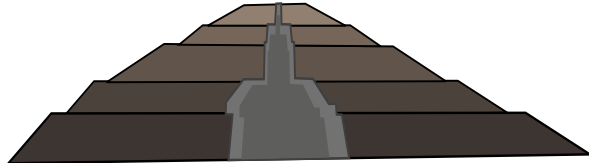
Platón, Sócrates, Heródoto

Se funda Monte Albán.

Dinastía Zhou comercializa vidrio con Egipto

⁸ Cuenta de vidrio (Bead) : pequeño objeto de vidrio atravesado por un agujero para ensartarlo, comúnmente usado en joyería, pueden ser desde 1mm hasta más de 1cm de diámetro.

- Se desarrolla la escritura Zapoteca
- Alejandro Magno.
- Aristóteles.
- Alejandría y Sidón contaban con la mejor calidad de vidrio.

- Se funda Teotihuacan.
- 
- Chinos expulsan a los hunos.
 - En Sidón se inventa la caña⁹ para soplar vidrio.

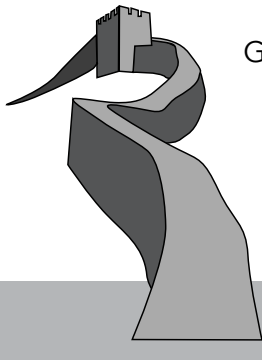
300 A.C.

200 A.C.

100 A.C.

10 A.C.

Chinos producen pequeñas figuras grabadas de vidrio y cuentas de vidrio.



Guerras Púnicas



Imperio Romano

Julio César
Marco Antonio
Octavio

Se establecen en Italia primeros talleres de vidrio, con artesanos orientales.

Inventión del vidrio soplado en territorio fenicio¹⁰.

Inicia la producción en serie.

⁹
¹⁰

Caña para soplar: Tubo de metal que mide entre 1m y 1.45m de longitud. A través de ésta el artesano sopla el vidrio fundido.
Sobre vidrio soplado ver página 43 y 46.



Constantino unifica el imperio romano de oriente y occidente.

El cristianismo se convierte en la religión oficial del estado romano.

El Islam queda a cargo

Mahoma

Rey Arturo

La peste negra azota en Asia.

Inicio de la época oscura y fin de la clásica.

10 D.C.

300 D.C.

400 D.C.

500 D.C.

600 D.C.

Jesús de Nazaret.

Plinio el Viejo.

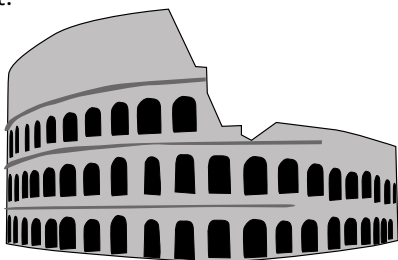
Vidrio Cameo¹¹

Vidrio para ventanas.

División de artesanos de vidrio

Vitrearii → soplado y moldes

Diatretarii → corte, tallado, pulido



Alarico I, rey visigodo que saqueó Roma

Hipatia, filósofa y científica.

Atila.

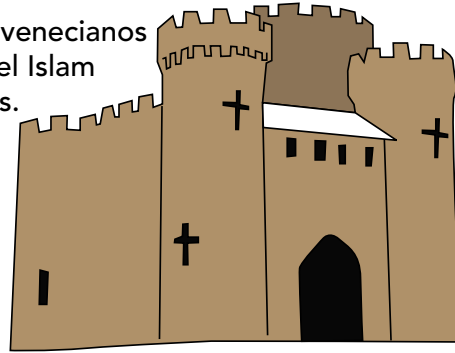
Cae el imperio romano de Occidente.

Constantinopla es la ciudad más importante del mundo.

Mahoma establece el Estado Islámico

de la evolución del vidrio

El vidrio pasa a manos de venecianos debido a la invasión del Islam por los mongoles.



El vidrio soplado se extiende a Alemania y Europa central.

Musulmanes llegan a territorio suizo.

700 D.C. — 800 D.C. — 900 D.C. — 1000 D.C.

Surge la ciudad de Madrid

Invencción de la pólvora



Invencción del papel

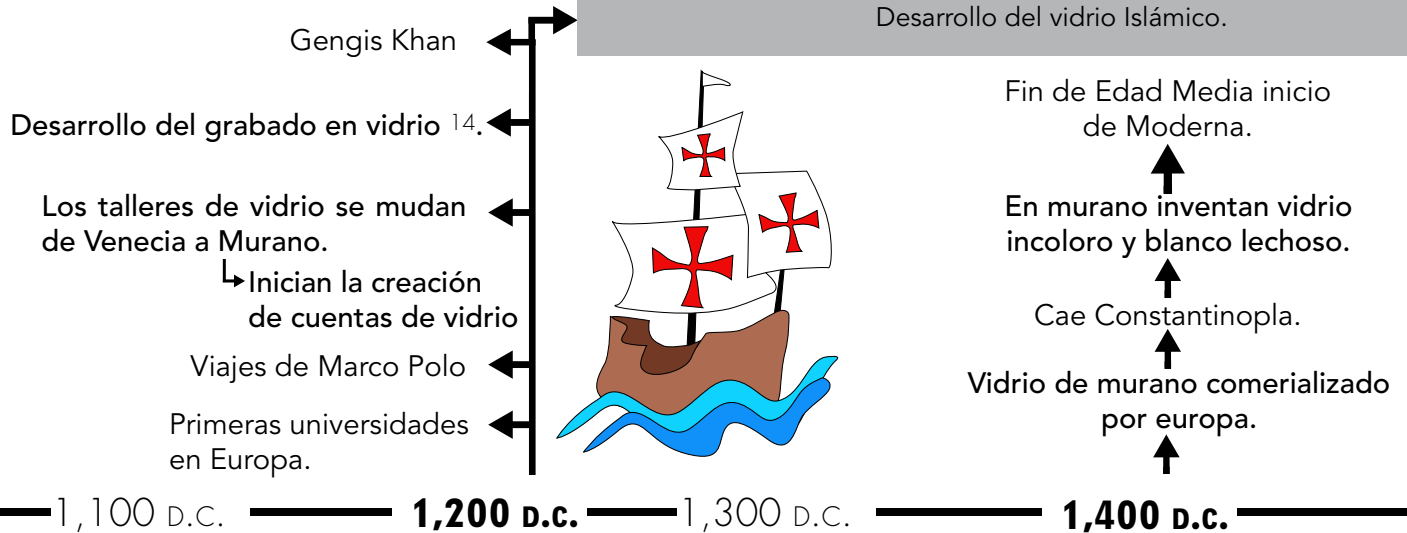
Esplendor de la civilización Egea

Producción de ventanas, vitrales¹² y mosaicos¹³.

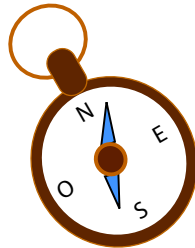
Venecia: centro más importante para la producción de vidrio.

12 Sobre vitrales ver página 48.

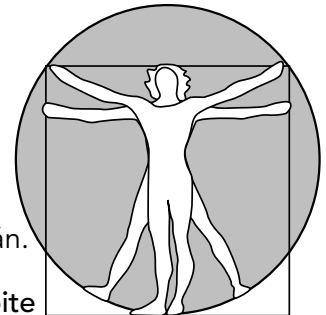
13 Mosaicos: por medio de pedazos de vidrios de colores, pegados en una superficie rígida, se crean imágenes para decoración.



- Fundación de Cuzco.
- Invención de la imprenta.
- Catedral de Reims: Primeros vitrales.



- Vidrio ideal para equipo de laboratorio.
- Comienza Renacimiento.
- Fundación de Tenochtitlán.
- Vidrio de Bohemia compete con el de Venecia.
- Fabricación de espejos en Venecia.

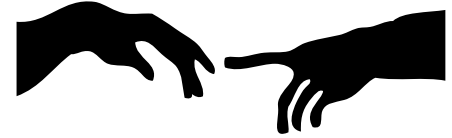


Grupo de vidrieros venecianos trabajan en Londres.

Auge del vidrio artístico en: España, Alemania, Inglaterra, Países Bajos

Reforma protestante.

Solimán el Magnífico.



Siglo de Oro Español

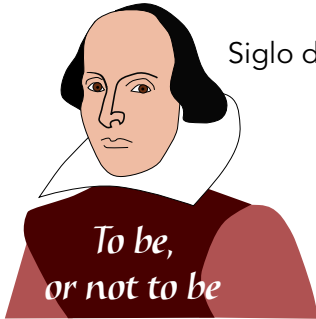
Primera fábrica de vidrio en América → Puebla

Isabel I

Johan Lipperley → primer antejo

Moctezuma

Zacharias Jansen → Microscopio



1,500 D.C. — 1,600 D.C.

Primera fábrica de vidrio en EUA → Virginia

Telescopio

Sebastian Bach

Prohiben madera como combustible para hornos de vidrio.

Isaac Newton

Ingleses desarrollan vidrio oscuro y más resistente.

Guerra civil inglesa

Luis XIV

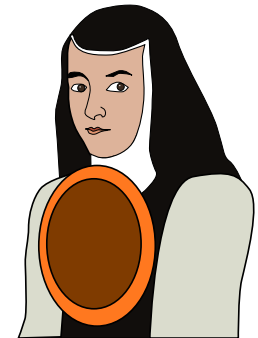
Rembrandt

Ingleses exportan vidrio a India.

Primeros instrumentos ópticos

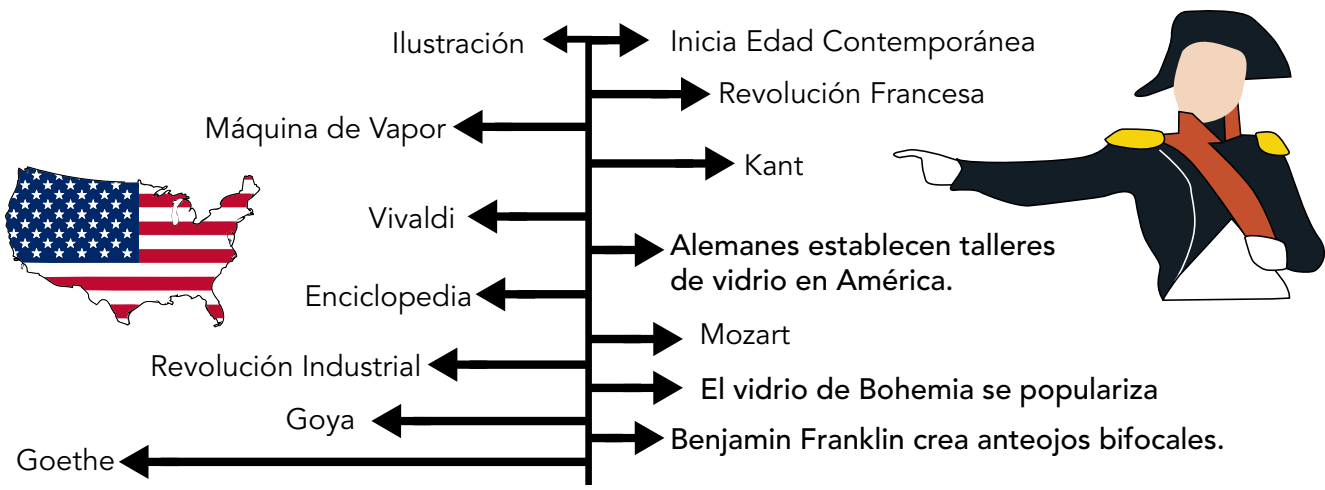
George Ravenscroft descubre el cristal de plomo¹⁵ y crea vidriería Savoy.

Inglaterra primer proveedor de botellas para occidente.

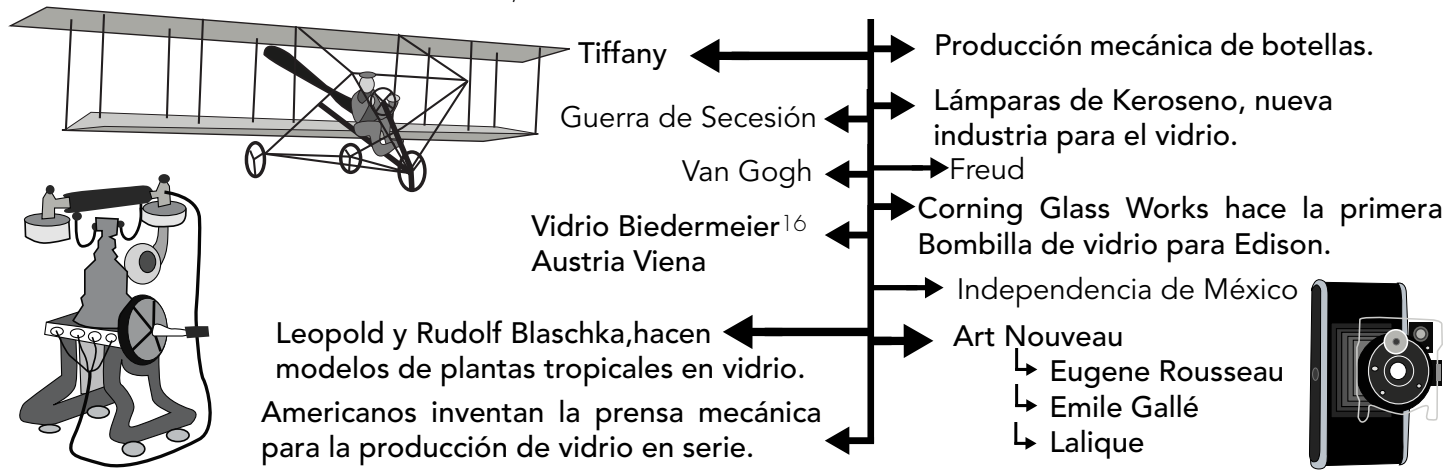


¹⁵

Cristal de plomo: vidrio que contiene óxido de plomo, su temperatura de fundición es más baja que la de otros tipos de vidrio, facilitando el trabajo y el moldeado del vidrio. Esta clase de vidrio tiene propiedades ópticas que lo hacen especial para fines decorativos.

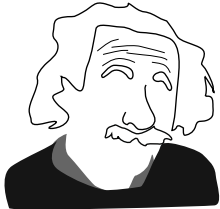


1,700 D.C. ————— 1,800 D.C.



16 El término Biedermeier no fue solo aplicado al vidrio, era un estilo en general. El vidrio Biedermeier era cortado, grabado y esmaltado, representando escenas idílicas de la época.

Swedish Modern, primera empresa en contratar artistas para trabajar el vidrio.



Vidrio Flotado¹⁷

Internet

Maurice Marinot.

ADN

Producción comercial del pyrex¹⁸.

Empresas transnacionales.

Guerras Mundiales

Corning Glass, instala máquina que produce 2000 bombillas por minuto.

Computadora

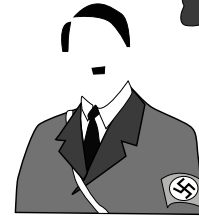
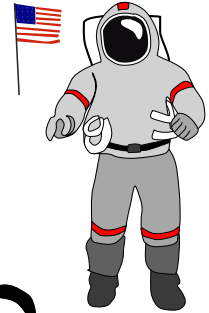
Creación de talleres de vidrio para la producción artística

↳ Littleton

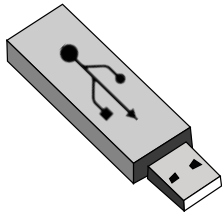
↳ Labino

Pilchuck Glass School

Michael Owens, inventa máquina automática para soplado de vidrio.



1,900 D.C. ——— 2,000 D.C.



Televisión Digital.

Globalización.

Sobrecalentamiento global.

Pandemia de gripe H1N1

Nanotecnología.

Wikipedia

Ataques terroristas.

Stephen Hawking

El vidrio como material artístico se cotiza como cualquier otro.



17 Sobre vidrio flotado ver página 40.

18 Pyrex: Vidrio de borosilicato, tipo de vidrio más resistente que otros al choque térmico, debido a su poca expansión, ver página 39.

2. INFORMACIÓN TÉCNICA



INFORMACIÓN TÉCNICA



El tener claros los aspectos técnicos (recocimiento, compatibilidad, densidad, etc.) y saber aplicarlos correctamente al vidrio nos asegurará una pieza exitosa. Lo más importante es comprender el comportamiento del vidrio cuando se somete a temperaturas mayores a 500°C . Conocer las temperaturas a las cuales el vidrio se suaviza, se funde y se funde. Evitar la divitrificación, el choque térmico provocado por los diferenciales de temperatura. Saber el uso y las características de los diferentes tipos de vidrios, al igual que su comportamiento al ser sometidos al calor.

2.1 *¿Qué es el vidrio?*

El vidrio es un líquido, sobrefundido y solidificado, duro pero frágil, de aspecto translúcido, inorgánico, reciclable, amorfo, maleable, lo encontramos brillante o mate, transparente u opaco, con color o incoloro.

El estado líquido del vidrio se puede comparar con el hielo: cuando el agua se congela se solidifica, cuando el vidrio se enfría y llega a temperatura ambiente se solidifica.

La arena sílica ó sílice, es la materia prima fundamental para la elaboración del vidrio. La sílica¹ es uno de los materiales más abundantes en la corteza terrestre, al fundirla con carbonato de potasio² y carbonato de calcio³ a una temperatura de 1650°C se obtiene el vidrio.

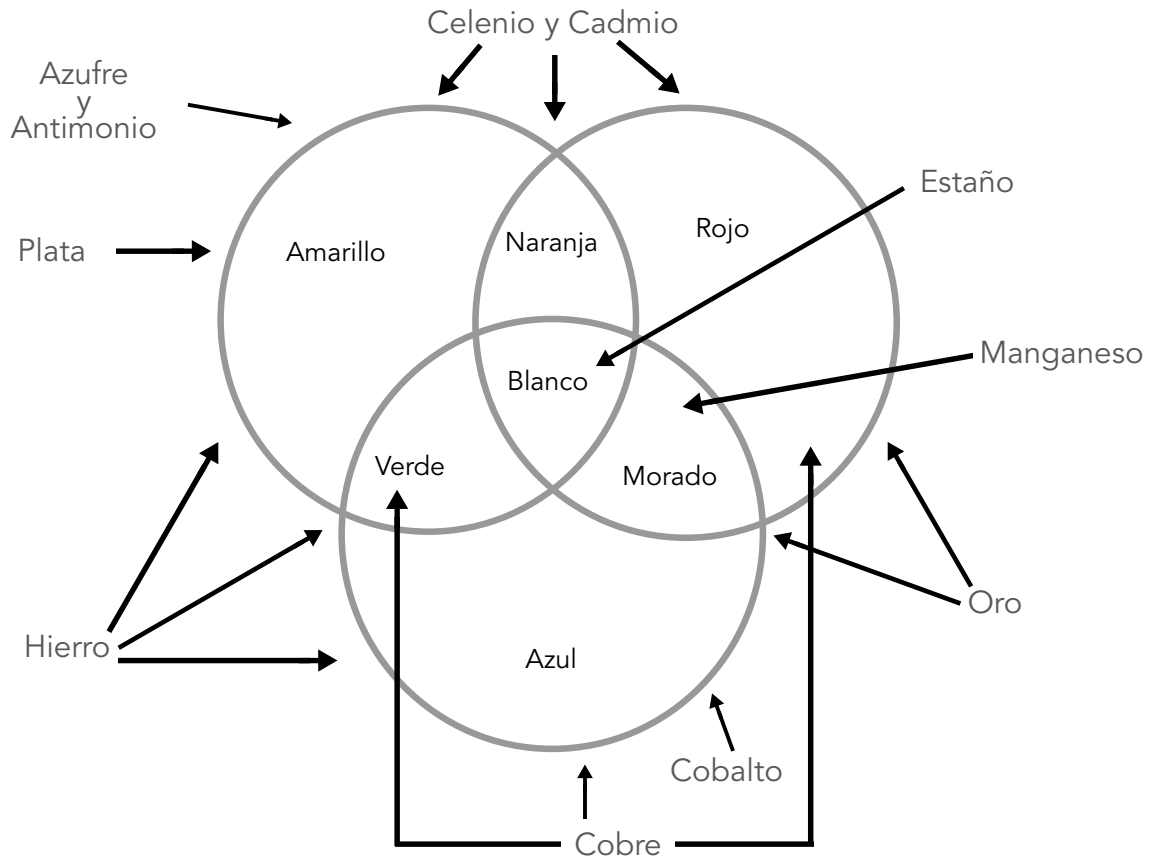
1 El óxido de silicio o dióxido de silicio (SiO₂) es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Es uno de los componentes de la arena.

2 Forma soluciones alcalinas fuertes, es una sal básica y una sustancia higroscópica: aparece a menudo como un sólido a base de agua.

3 Sustancia muy abundante en la naturaleza, es el principal componente de conchas y esqueletos de muchos organismos.

2.2 *El color en el vidrio*

Mientras más pura es la arena sílica, más transparente es el vidrio. Para hacerlo incoloro se debe eliminar el óxido de hierro debido a que contamina la arena sílica.



2.3 **Tipos de vidrio y tratamientos**

Existen diferentes tipos de vidrio, cada uno cuenta con ciertas características diseñadas para un uso en particular. Dependiendo el vidrio será su dureza⁴, coeficiente de expansión⁵, densidad⁶, técnica para la cuál fue diseñado, su finalidad y la fábrica que lo elabora. Además de las características anteriores, el aspecto del vidrio puede ser opalino (opaco) o traslúcido.

Comercialmente el vidrio lo encontramos en diversas presentaciones (dependiendo de lo que vayamos a hacer, escogeremos la presentación): en lámina, stringers (hilos), fritas, polvo, billets (tabique), nuggets (pepitas), hojuelas, varillas, tubos y mosaicos.

El vidrio también puede ser sometido a diversos tratamientos para cambiar el aspecto de su superficie, unirlo a otros vidrios o volverlo más resistente.

4 Es la oposición que ofrecen los materiales a la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, las deformaciones permanentes, etc.

5 Sobre el coeficiente de expansión ver glosario.

6 Magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia.

Tipo de vidrio	Dureza	Coefficiente Expansión	Técnicas	Uso
<i>Alcalino</i>	● ●	84 flotado 90 bullseye 96 system, desag, uroboros, spectrum 104 moretti	Fusionado Flotado Prensado Fundición Soplado Centrifugado Vidrio al soplete	Decoración Artístico Arquitectónico Enseres domésticos
<i>Bario</i>	● ● ●	104 esstech	Soplado Prensado Centrifugado Vidrio al soplete	Enseres domésticos Industrial
<i>Borosilicato</i>	● ● ● ●	30, 32 schott, glass alchemie, corning, pyrex	Estirado Soplado Vidrio al soplete	Industria química
<i>Plomo</i>	●	104, 106 Kugler Zimmerman, Gaffer	Fundición	Artístico No enseres domésticos

Tratamientos

Tratamiento del vidrio	Tipo de Vidrio	Características	Uso
<i>Flotado</i>	Alcalino	Se flota el vidrio fundido sobre una cama de estaño, el vidrio obtiene un grosor uniforme y una superficie plana.	Arquitectónico
<i>Laminado</i>	Alcalino	Unión de varias láminas de vidrio mediante una película intermedia de butiral de polivinilo (PVB), etil-vinil-acetato (EVA) o resinas activadas por luz ultravioleta, autoclave o catalizador. En medio de las láminas se puede incluir: papel, tela, plantas, etc.	Automotriz Arquitectónico Artístico Decorativo
<i>Polarizado</i>	Alcalino	Recubrimiento que desvía los rayos luminosos.	Óptico

Tratamiento del vidrio	Tipo de Vidrio	Características	Uso
<i>Templado</i>	Alcalino	Se calienta entre 575 y 635 °C y se enfría bruscamente provocando tensión en el vidrio y mayor dureza. Vidrio de seguridad, difícil de romper.	Arquitectónico Automotriz
<i>Sandblast</i>	Alcalino	Arena aplicada a presión erosiona la superficie del vidrio, grabándolo en diferentes profundidades.	Decorativo Arquitectónico Artístico
<i>Ácido</i>	Alcalino	Para atacar la superficie del vidrio se pueden ocupar 2 tipos de ácidos: bifloruro de amonio y ácido fluorhídrico. Dejando un acabado mate o brillante en el vidrio.	Decorativo Arquitectónico Artístico

Tratamiento del vidrio	Tipo de Vidrio	Características	Uso
<i>Fusionado</i>	Alcalino	El vidrio se somete a 800°C provocando que varias láminas de vidrio se fusionen.	Decorativo Arquitectónico Artístico
<i>Sinterizado</i>	Alcalino	El vidrio se lleva a una temperatura de 740°C de tal manera que los pedazos de vidrio se peguen sin llegar a fusionarse.	Decorativo Arquitectónico Artístico
<i>Dicroico</i>	Cualquiera	Capa que se le añade al vidrio por medio de la evaporación de metales como el rodio, dando un acabado dicroico.	Decorativo Arquitectónico Artístico
<i>Termoformado</i>	Alcalino	El vidrio se coloca sobre un molde y por medio de temperatura (700-800°C) éste copia su forma.	Decorativo Arquitectónico Artístico

Tratamiento del vidrio	Tipo de Vidrio	Características	Uso
<i>Soplado</i>	Alcalino	Con una caña se sopla una burbuja de aire en el vidrio fundido. Logrando objetos huecos o macizos.	Decorativo Arquitectónico Artístico
<i>Rolado</i>	Alcalino	Por medio de uno o dos rodillos se imprimen dibujos (patrones) sobre el vidrio caliente, obteniendo un grabado en el vidrio.	Decorativo Arquitectónico
<i>Centrifugado</i>	Alcalino	Colado por centrifugado, el vidrio se fuerza contra las paredes de un molde que gira rápidamente, permite obtener formas precisas de poco peso, ejemplo: tubos de televisión.	Decorativo Industrial
<i>Prensado</i>	Alcalino	Se obtiene moldeando en prensas el vidrio en estado pastoso, se pueden hacer objetos huecos o macizos.	Decorativo Industrial

2.4 ***Técnicas aplicadas al arte***

A partir del siglo XX se desarrolla el arte contemporáneo en vidrio. En Suecia La Swedish Modern fue la primera empresa en contratar artistas que trabajaran el vidrio. En Estados Unidos Harvey Littleton y Dominick Labino fueron los encargados del Studio Glass Movement, su meta era que el vidrio no fuera visto sólo en el ámbito de la industria, sino también del arte. En los años sesenta Littleton y Dale Chihuly fueron los primeros en diseñar programas para el estudio del vidrio en las escuelas de arte. En los años setenta Dale Chihuly, Anne Gould Hauberg y John H. Haubergs fundan Pilchuck Glass School (Seattle, WA), escuela internacional dedicada a la formación de artistas de vidrio.

La mayoría de las técnicas que se ocupan para la producción artística se han desarrollado a la par de la tecnología. Nos encontramos con conocimientos dispares, por ejemplo el soplado, que se conoce desde hace cientos de años, en contraste con el molde de arena o el fusionado, que iniciaron alrededor de la década de los setentas.

Técnicas aplicadas al arte	Descripción	Artistas Representantes
<p><i>Fusionado y Termoformado</i></p>	<p>El vidrio se somete a una temperatura entre los 740°C y 800°C provocando que varias láminas de vidrio se peguen o fusionen. Para lograr un termoformado se coloca el vidrio sobre un molde y por medio de temperatura éste copia su forma.</p>	<p>Narcisus Quagliata Romero Gurman</p>
<p><i>Esmaltado</i></p>	<p>Por medio de esmaltes vítreos se pinta el vidrio y posteriormente se hornea.</p>	<p>Ulrica Hydman Capy Thompson</p>
<p><i>Pate de Verre Pasta de Vidrio</i></p>	<p>Se colocan pequeños granos de vidrio (fritas) de diferentes colores, recubriendo un molde de yeso para posteriormente realizar el proceso de fundición.</p>	<p>Shin Ichi Higuchi Kimiake Higuchi</p>
<p><i>Hot Casting Fundición</i></p>	<p>A un modelo original (positivo) se le saca un molde de yeso, se retira el original del yeso y en el hueco (negativo) que deja se coloca el vidrio y se funde.</p>	<p>David Reekie Libensky - Brychtova</p>
<p><i>Sand Casting Molde de Arena</i></p>	<p>Se vierte vidrio fundido sobre arena. El vidrio copia la arena tal cual esté.</p>	<p>Bertil Vallien</p>

Técnicas aplicadas al arte	Descripción	Artistas Representantes
<p><i>Electroforming</i> <i>Electroformado</i></p>	<p>Se graba el vidrio dejando su superficie porosa, a ésta se le coloca un medio conductor de electricidad, se conecta la pieza a un rectificador de corriente, se sumerge en una solución que contiene algún metal (cobre, níquel, cromo) provocando que el metal se adhiera al vidrio.</p>	<p>Michael Glancy</p>
<p><i>Grabado</i></p>	<p>Por medio de ruedas de diamante se desvasta vidrio transparente (intaglio) o de color (cameo) dejando ver ya sea capas interiores de diferente color o llegando a diversas profundidades para crear imágenes en claroscuro.</p>	<p>Jirí Harcuba April Surgent</p>
<p><i>Soplado</i></p>	<p>Con una caña se sopla una burbuja de aire en el vidrio fundido. Logrando objetos huecos o macizos.</p>	<p>Lino Tagliapietra Dale Chihuly</p>
<p><i>Vitrograbado</i></p>	<p>Técnica de impresión, consiste en grabar una placa de vidrio, aplicarle tinta y presión para imprimir sobre papel, contando con la posibilidad de reproducir la imagen.</p>	<p>Harvey K. Littleton</p>

Técnicas aplicadas al arte	Descripción	Artistas Representantes
<i>Trabajo en frío</i> <i>Vitrografía</i>	Consiste en trabajar el vidrio en su estado rígido (a temperatura ambiente) se puede: cortar, pulir, brillar, grabar, pegar, desvastar, pintar.	Ethan Stern José Castrillo Tamayo
<i>Soplete</i> <i>Flamework</i>	Por medio de un soplete de gas y oxígeno, se calientan varillas y tubos de vidrio, estos se pueden soplar o darles forma por medio de herramientas.	Carmen Lozar
<i>Escultura en caliente</i>	Se coloca el vidrio fundido en una varilla de metal y por medio de herramientas se dobla, jala, tuerce, corta, sopla, presiona, etc., moldeándolo mientras se encuentra suave.	Pino Signoretto
<i>Neón</i>	Tubos de vidrio doblados por medio de calor, en cada extremo se conectan electrodos, una bomba de vacío remueve impurezas y el aire, antes de sellar el tubo se introduce gas neón. Se conectan los electrodos a un transformador y el gas neón comienza a brillar.	Bernd Weinmayer Jeremy Bert

Técnicas aplicadas al arte	Descripción	Artistas Representantes
<i>Vitral</i>	Unión de secciones de vidrios de colores mediante cañuelas de plomo, soldadura de plomo, estaño y copper foil.	Narcisus Quagliata Tiffany
<i>Grisalla</i>	Por medio de pigmentos vítreos (de 560 a 600°C) de color gris, negro y café oscuro, se da la impresión de relieve mediante un claroscuro muy matizado, haciendo diversas gradaciones de un solo color, logrando gran detalle y volúmen en las imágenes.	Sylvia Laks Walter Lieberman
<i>Vitromosaico</i>	Con un adhesivo se pegan pedazos de vidrio sobre cualquier material rígido, logrando desde imágenes abstractas hasta figurativas.	Antoni Gaudí Diego Rivera David Alfaro Siqueiros.

2.5 **Comportamiento del vidrio en el horno**

El vidrio resiste temperaturas muy elevadas, siempre y cuando incrementemos y disminuyamos la temperatura paulatinamente.

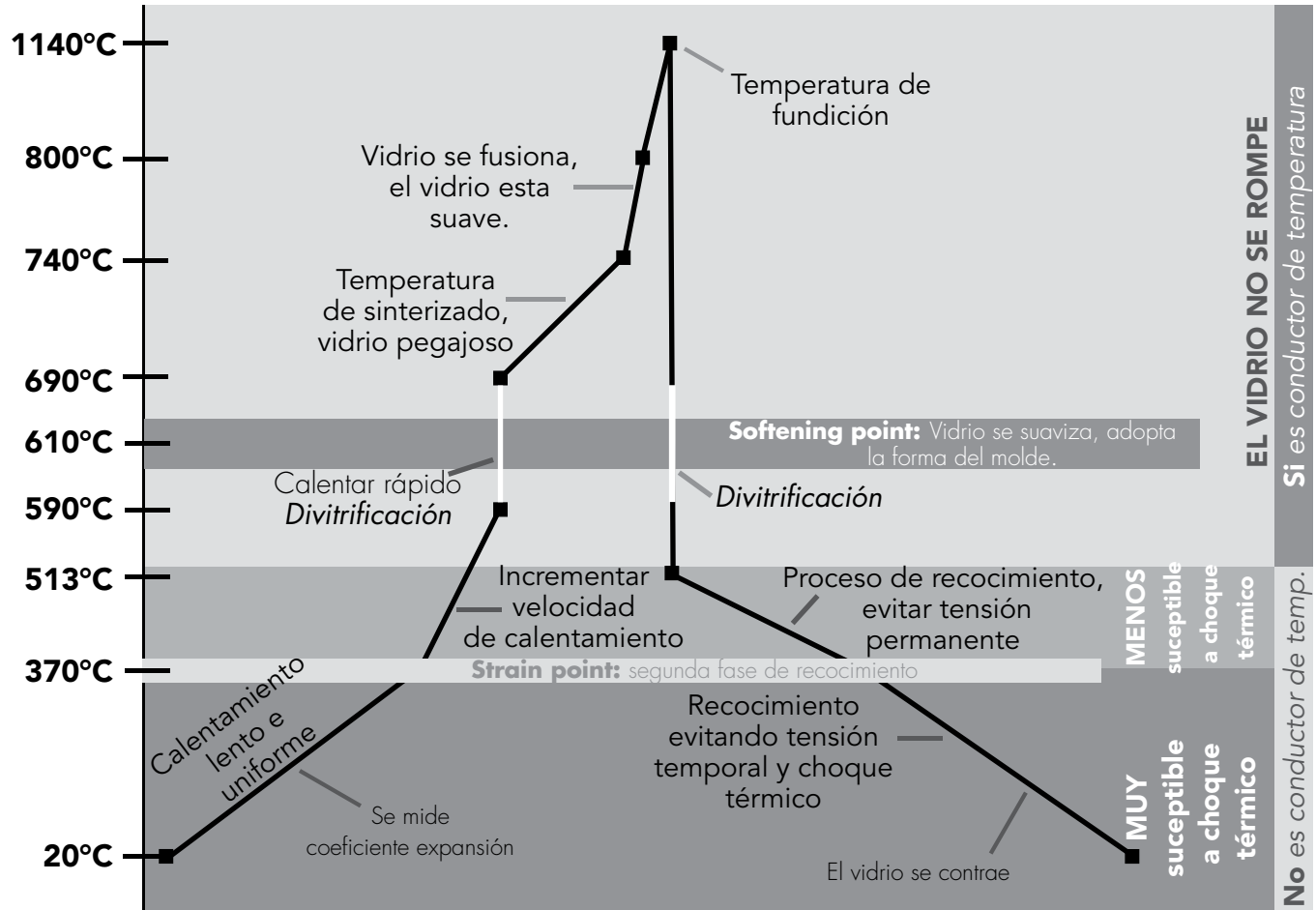
Abajo de los 513°C (varía dependiendo del tipo de vidrio) el vidrio no es conductor de temperatura y podemos provocarle choque térmico⁷, a partir de los 513°C (varía dependiendo del tipo de vidrio) el vidrio ya es conductor y está suave, podemos hacerle lo que queramos y no se romperá.

Lo más importante es evitar la tensión permanente⁸ en el vidrio, esto se logra eliminando los diferenciales de temperatura, calentando y enfriando la pieza de manera uniforme, consiguiendo que la temperatura tanto del vidrio como del horno este equilibrada.

7 Cambio brusco de temperatura, ver glosario.

8 Las moléculas del vidrio no se logran acomodar y con el tiempo éste se rompe, ver glosario.

Comportamiento del vidrio en el horno



* Ver glosario.

2.6 ***Curva de Temperatura***

Las curvas de temperatura son una serie de tiempos y temperaturas a las que se somete el vidrio para: termoformarlo, sinterizarlo, brillarlo, fusionarlo o fundirlo, y en cualquiera de los casos calentarlo, recocerlo y enfriarlo.

Todos los hornos profesionales cuentan con uno o varios termopares⁹ y un programador en el cual se ingresa la curva de temperatura. Podemos decir que la curva de temperatura son las instrucciones que le indicamos al horno para llevar a cabo cualquiera de los procesos antes mencionados.

La curva de temperatura varía dependiendo del tipo de vidrio, tamaño, grosor y proceso.

Las próximas curvas de temperatura son el resultado de mi experiencia.

⁹ Termopar: Sensor para medir la temperatura dentro del horno.

Curva de temperatura para fundición de vidrio a la cera perdida**Tipo de vidrio:** Alcalino, Spectrum**Grosor:** 15cm

TIEMPO (hora : minutos)	TEMPERATURA °C
01:00	90
72:00	90
08:00	370
04:00	370
06:00	590
03:00	590
02:00	700
09:00	700
04:00	850
08:00	850
00:01	513
26:00	513
157:30	450
10:00	450
83:00	400
08:00	400
37:30	370
06:00	370
41:40	270
04:00	270
41:40	170
02:00	170
62:30	20

Curva de temperatura para brillado

Tipo de vidrio: Alcalino, Spectrum

Grosor: 15cm

Tamaño: 10 x 15 x 20 cm

TIEMPO (hora : minutos)	TEMPERATURA °C
24:00	170
12:00	170
18:00	270
09:00	270
15:00	370
08:00	370
12:00	400
06:00	400
10:00	450
05:00	450
08:00	513
20:00	513
157:30	450
10:00	450
83:00	400
08:00	400
37:30	370
06:00	370
41:40	270
04:00	270
41:40	170
02:00	170
62:30	20

Curva de temperatura para recocimiento, Sand Casting**Tipo de vidrio:** Alcalino, Spectrum**Grosor:** 10cm **Tamaño:** 15 x 30 cm

TIEMPO (hora : minutos)	TEMPERATURA °C
15:00	513
20:00	450
10:00	450
22:00	400
08:00	400
10:00	370
05:00	370
15:00	270
10:00	270
04:00	170
04:00	170
25:00	20

Curva de temperatura para inserciones de vidrio, Sand Casting

Tipo de vidrio: Alcalino, Spectrum

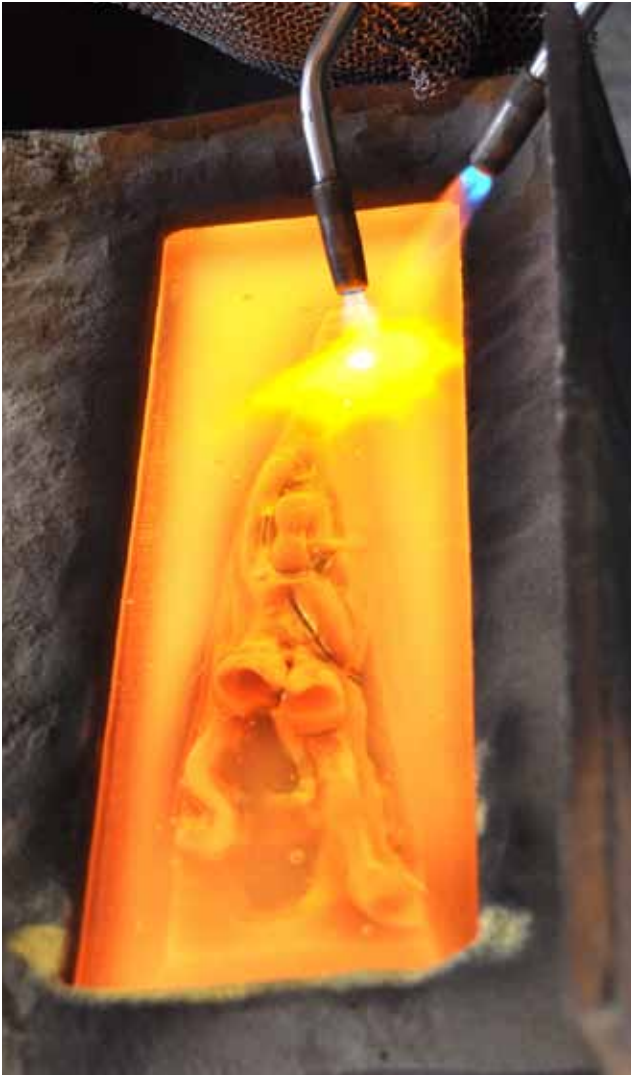
Grosor: 5cm **Tamaño:** 5 x 5 x 5 cm

TIEMPO (hora : minutos)	TEMPERATURA °C
05:00	370
04:00	370
06:00	450
04:00	450
08:00	513
07:00	513

3. MOLDE DE ARENA



MOLDE DE ARENA



Esta técnica se caracteriza por usar la arena como material para la creación del molde. La arena se mezcla con arcilla (bentonita) y se humedece con agua para que tenga fuerza y plasticidad.

Se imprimen diseños sobre la arena húmeda, se vierte vidrio fundido y éste adopta la forma de la arena.

En este capítulo aprenderemos a preparar el molde de arena, los sellos, las inclusiones, el color y la temperatura de recocimiento.

3.1 *Primera Parte: la arena*

La arena es el elemento y más importante de esta técnica. Cuenta con la ventaja de que es económica, reusable y podemos hacer y deshacer el molde cuantas veces queramos.

HERRAMIENTAS y MATERIALES

Arena 100%
Bentonita 4%
Agua
Pala

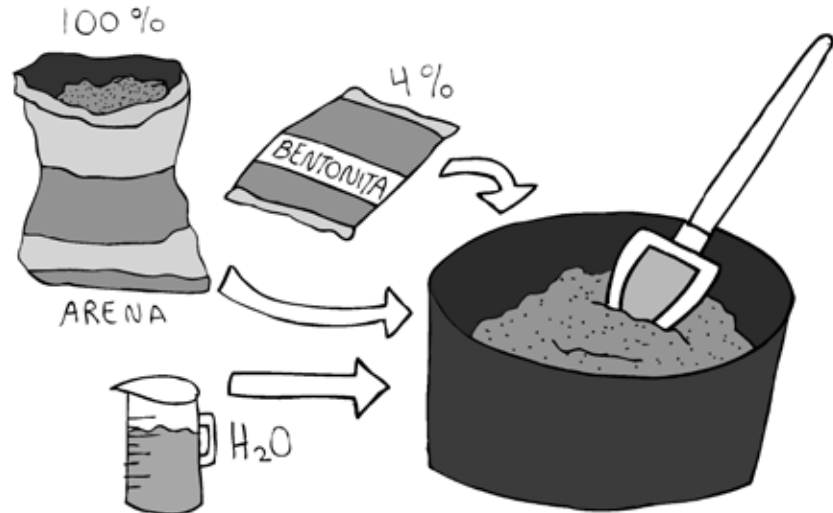
Maicena (harina de maíz)
Contenedor cerrado para la arena

Paso 1: Mezclamos diferentes tamaños de grano de arena sílica: 75% de grano 100 y 25% de grano 120.

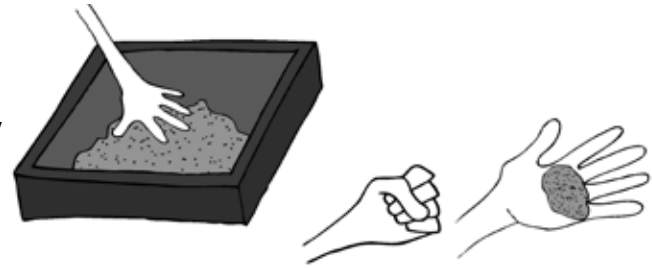
Paso 2: Una vez lista la sílica se le agrega el 4% de Bentonita¹ y se mezcla.

Lo más conveniente es usar una mezcladora, lo más accesible es mezclarlo con pala.

Si añadimos más bentonita de lo necesario ésta provocará burbujas en el vidrio, en caso de hacernos falta, la arena no se adherirá lo suficiente para dejarnos diseñar sin que se desmorone.



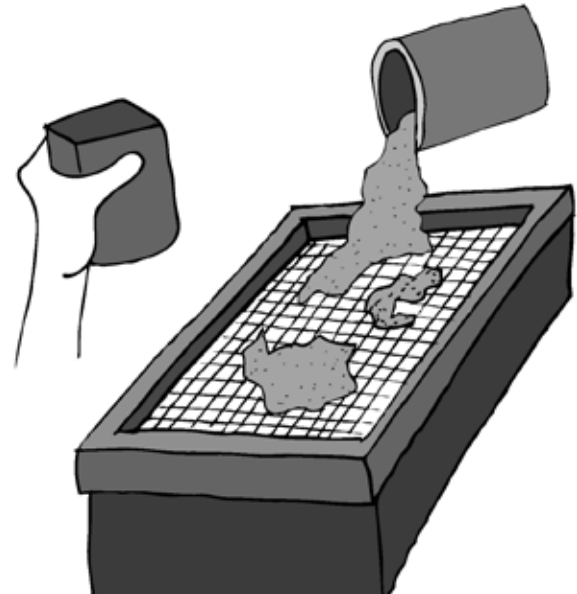
Paso 3: Añadimos poca agua y mezclamos, buscando una consistencia húmeda que nos permita hacer una bola de arena con la mano, que no se pegue a la piel pero tampoco se desbarate. Añadir demasiada agua provocará burbujas en el vidrio, con poca agua se desmoronará nuestro molde.



Paso 4: Si deseamos que nuestra pieza de vidrio quede brillante debemos agregar a la mezcla un 4% de maicena. Ésta actúa como separador entre el vidrio y la arena, también puede reaccionar con algunos esmaltes provocando que los colores se distorcionen, siempre se recomienda hacer primero pruebas de color².

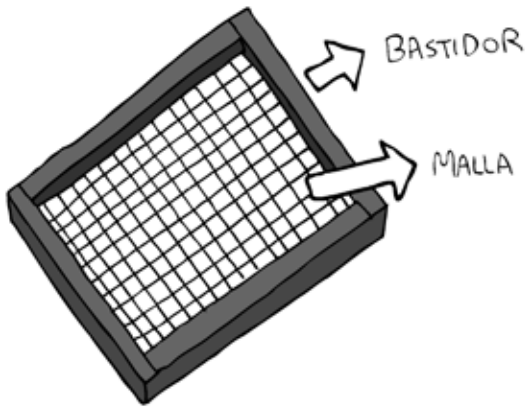
Paso 5: Fabricamos la artesa³ que contendrá la arena, puede ser de metal, triplay ó MDF.

Ejemplo: Si vamos a hacer una pieza de 5cm de grosor por 10cm de largo y 15cm de ancho debemos dejar un perímetro de entre 5cm y 10 cm para la arena, por lo que nuestra caja debe ser de 25 x 30x35cm.



2 Ver parte de Esmaltes página 69..

3 Cajón cuadrilongo, por lo común de madera



Artesa de Triplay o MDF: el tablero debe ser de mínimo de 3/4 de pulgada de grosor, los tableros deben estar clavados y atornillados.

Artesa de metal: (de preferencia acero inoxidable), usamos lámina de calibre 18 electrosoldada. La ventaja de hacer la caja de metal es que podemos ingresarla al horno conteniendo el el vidrio y la arena.

Paso 6: Fabricamos un colador para colar la arena, hacemos un bastidor de madera (de preferencia al tamaño de la caja) y atornillamos una malla de alambre con abertura de 3mm.

Paso 7: Colocamos el colador sobre la caja y la arena sobre el bastidor, con ayuda de un racero frotamos el bastidor de izquierda a derecha para colar la arena.



Paso 8: Llenamos la caja de arena y colocamos un extra en una cubeta.

3.2 *Segunda Parte: Sellos*

Los sellos son nuestra herramienta para diseñar sobre la arena. Pueden ser de: yeso, plástico, vidrio, metal o madera. Deben tener una agarradera fija para poder presionar sobre la arena y retirarlos sin que se desprendan.

Paso 1: Los sellos se presionan en la arena para que ésta adopte la forma que deseamos.

Lo más importante es evitar los atrapesos para que nuestro sello salga limpio de la arena, sin destruir nuestro diseño.

HERRAMIENTAS y MATERIALES

Yeso

Resina

Metal

Barro

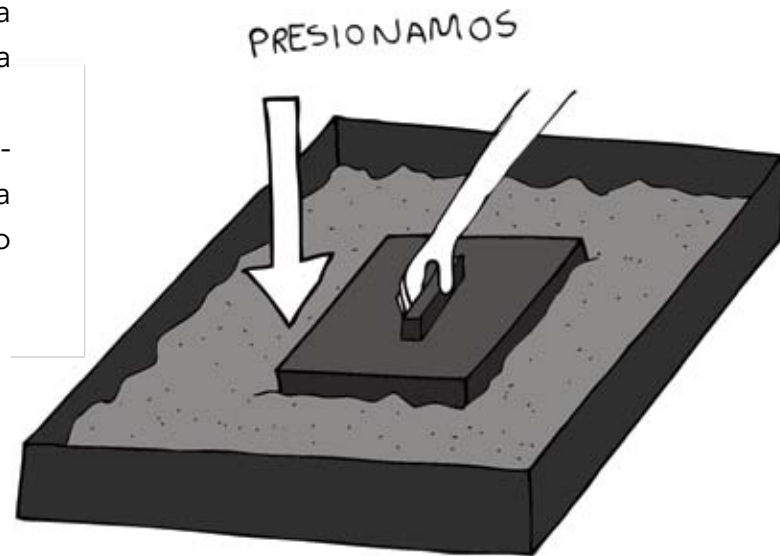
Objetos encontrados

Tornillos

Clavos

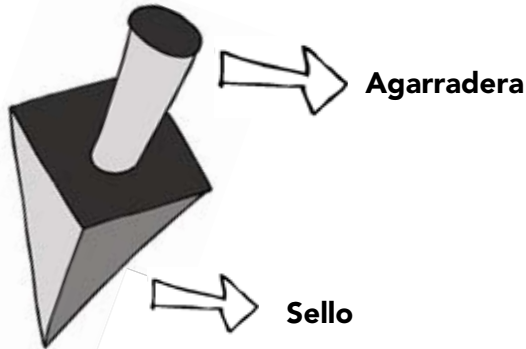
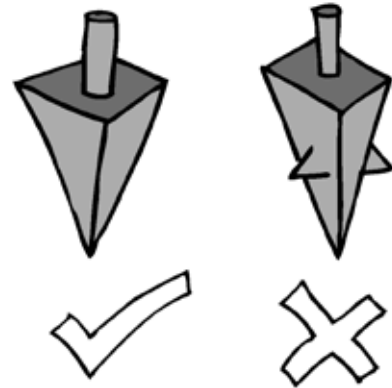
Martillo

Silicón RTV



Paso 2: Podemos crear un original en barro o plastilina y convertirlo en sello.

Primero tallamos nuestro original, cuidando no dejar candados, una vez terminado le sacamos un molde de silicón⁴. Catalizado el molde de silicón separamos el yeso ó barro, limpiamos el molde de residuos, rociamos aceite (PAM, WD-40) sobre el silicón, vertimos la resina y esperamos a que catalice.



Ya que tengamos listas nuestras resinas le podemos atornillar por la parte posterior un pedazo de madera que nos sirva como agarradera.

En caso de usar silicón de alta temperatura, podemos usar los moldes de los sellos para crear sand cores⁵.

4 Ver capítulo Cera Perdida, Parte: Silicón, página 92.

5 Ver parte Sand Core, página 65.

3.3 Tercera Parte: Núcleo de arena (Sand Core)

El sand core es una mezcla de arena y resina que al catalizar se solidifica (parecido a una galleta de gengibre). Se puede tallar o adoptar la forma de un molde. Esta figura se coloca en la base del molde de arena y al igual que el molde se desintegrará al final del proceso. El aspecto final del núcleo de arena es una figura que aparenta estar atrapada en el interior del vidrio.

HERRAMIENTAS y MATERIALES

**Arena Resin bonded
o Resin coded**

**Molde resistente a
250°C**

Horno

Lija

Herramienta de talla

Navaja

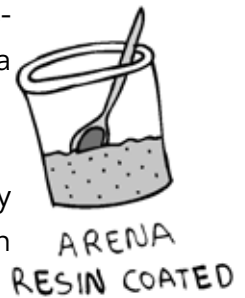
Grafito, talco

Taladro

El núcleo de arena o sand core debe estar en contacto con la base de arena de nuestro molde, de esta manera los gases que provoca la resina al quemarse al estar en contacto con el vidrio fundido, podrán tener salida hacia la arena y no hacia el vidrio. En caso de que salgan los gases hacia el vidrio provocarán burbujas en el mismo.

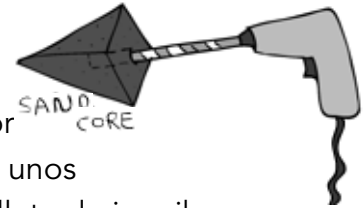
El sand core puede adoptar cualquier forma que queramos, no importa que nuestra figura tenga candados, sea delgada o gruesa, la única condición es que tenga un lado plano que esté en contacto con la base de arena de nuestro molde.

Paso 1: Existen dos formas de hacer sand cores: 1) usando arena resin coated y activándola por medio de calor, 2) usando arena resin bonded que se activa con un catalizador.



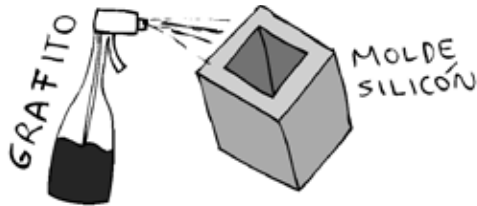


Paso 2: para crear un sand core a base de arena resin coated podemos ocupar cualquier contenedor que soporte una temperatura de 250°C. Ejemplo: pyrex, contenedores de silicón para repostería, contenedores de acero inoxidable, cerámica, silicón RTV de alta temperatura⁶.



Paso 3: Colocamos la arena en nuestro contenedor (molde de silicón, pyrex, etc.), la horneamos a 250°C unos 30min hasta que tenga un color café parecido a una galleta de jengibre.

Si la horneamos a mayor temperatura o por más tiempo adopta un color café oscuro, se vuelve más frágil y se desmorona fácilmente. Si le falta tiempo de horneado provocará burbujas en el vidrio, debido a que la resina de la arena no se evaporó por completo.



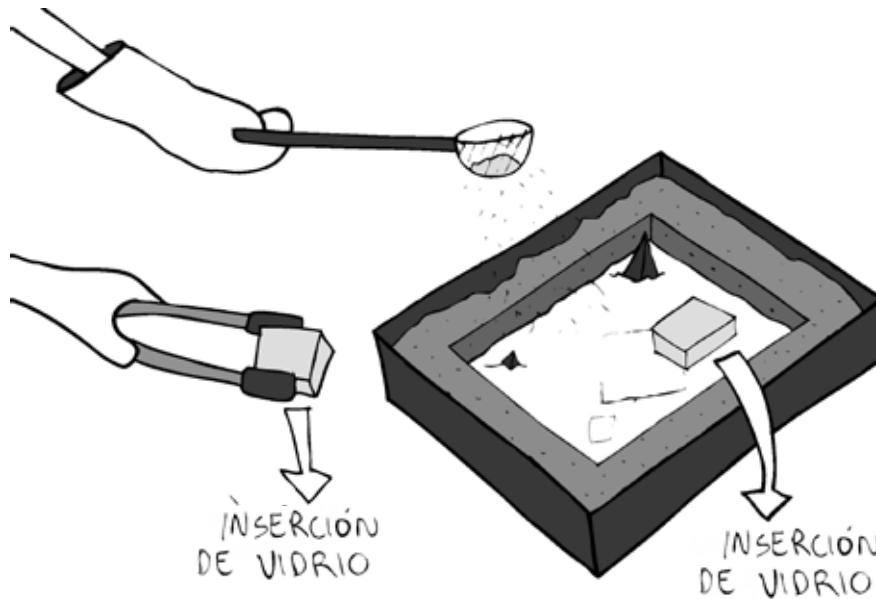
Se debe aplicar grafito o talco como separador sobre el contenedor para que sea más fácil despegar la arena una vez solidificada. Una vez que coloquemos el sand core en el molde de arena no se le debe aplicar grafito porque provocará un exceso de burbujas.

Paso 4: una vez cocido el sand core obtiene la misma consistencia que una galleta. Lo podemos cortar, lijar, perforar y tallar.

Paso 5: es recomendable hacer unas pequeñas perforaciones en las bases de los sand cores (cuidando no atravesarlos), para permitir que el gas que provoca la resina, tenga salida hacia la arena y no provoque burbujas en el vidrio.

3.4 Cuarta Parte: Inserciones (Inserts)

Las inserciones son figuras de vidrio (del mismo coeficiente de expansión del vidrio que vaciaremos), lámina ó alambre de cobre u oro, las cuales quedarán atrapadas en el interior del vidrio, dando una apariencia de estar flotando dentro del mismo. Menciono sólo estos materiales debido a que son los que no causan tensión en el vidrio.



HERRAMIENTAS y MATERIALES

Vidrio compatible

Cobre: lamina y alambre

Oro

Las inserciones se elaboran con anticipación, cuando llegue el momento del vaciado del vidrio deben estar listas para colocarlas.

Paso 1: Hay dos maneras de colocar las inserciones:

1° Se colocan en el molde sobre la arena y se vacía el vidrio sobre ellas.



2° Una vez listo el molde de arena, se vierte una primera capa de vidrio, hasta la mitad del molde, se colocan las inserciones y se vierte una segunda capa de vidrio para llenar el molde.

Las inserciones de vidrio deben ser del mismo vidrio que el que usaremos para el vaciado (misma marca y C.O.E.⁷) y estar listas en el horno de recocimiento a 513°C.

Para sacarlas del horno de recocimiento y colocarlas en el vidrio antes vertido en el molde de arena, necesitamos usar guantes de kevlar⁸ y pinzas que calentaremos en la antorcha para no provocar termo-choque al momento de tomar el insert de vidrio.

⁷ Coeficiente de expansión, ver glosario.

⁸ Guantes de kevlar: Guantes fabricados a base de hilo Kevlar para protección contra temperatura y riesgos mecánicos. Sobre Kevlar ver glosario.

3.5 Quinta parte: Esmaltes y Mica

Los esmaltes son polvos vítreos de diferentes colores, tienen la función de colorear el vidrio, pueden ser opalinos o transparentes, de alta o baja temperatura.

La mica es una sílica, da brillo al vidrio y funciona como separador entre el vidrio y la arena, viene en diferentes colores como: plata, oro, perla.

Paso 1: los esmaltes y la mica se colocan usando una coladera, entre más cerrada esté la malla de la coladera, más control tendremos.

Con una cuchara colocamos un poco de esmalte o mica dentro de la coladera, ponemos la coladera sobre el lugar que deseamos añadir color y con la cuchara golpeamos suavemente el mango de la coladera para esparcir el esmalte. Se coloca un color a la vez.

HERRAMIENTAS y MATERIALES

Coladera pequeña Esmaltes:

Cuchara

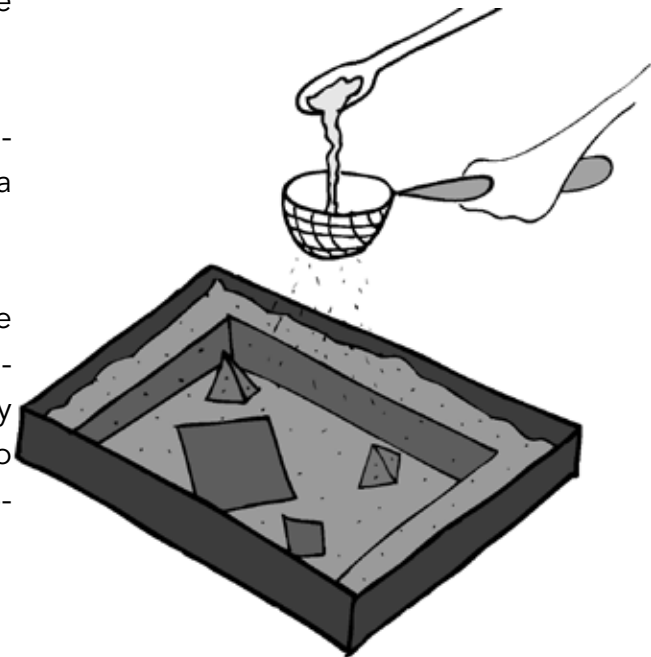
-Ferro

Mica calcinada

-Reusche

Tapa bocas

-Thompson



Paso 2: Al igual que las inserciones, los esmaltes se pueden colocar en la base del molde o en medio del vidrio. Si se colocan sobre la base se cuenta con mayor control de los sitios específicos donde se desea cada color, si se coloca entre capas de vidrio el resultado es más espontáneo, no se tiene tanto control, además, el vidrio se encuentra muy caliente y quema si nos acercamos demasiado.

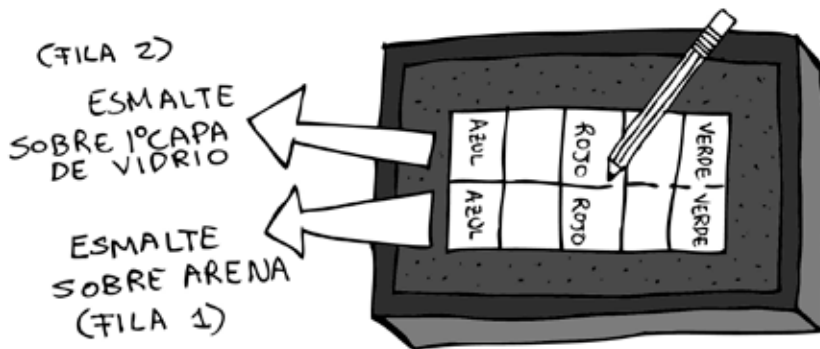


3.6 Prueba de color

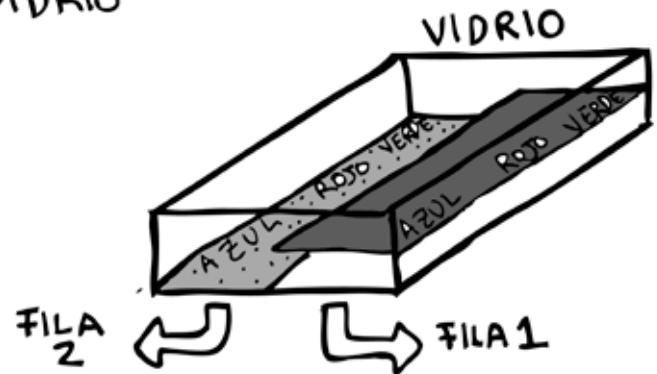
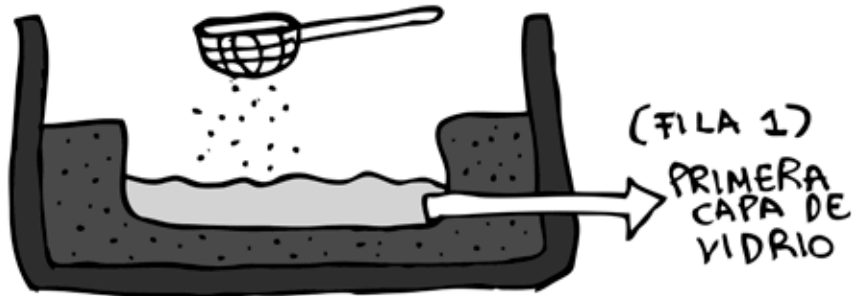
Antes de realizar la pieza definitiva es recomendable hacer pruebas de color, cada marca de esmaltes y cada color se comporta diferente.

Hacemos en la arena un hueco de 30cm x 10cm y 5cm de profundidad, con un lápiz hacemos una línea que dividan 10cm en dos lados de 5cm (fila 1 y 2), colocamos el grafito, tomamos

un color de esmalte y lo estarcimos del lado izquierdo (fila 2) de la línea marcada por el lápiz, debajo de ese primer color, colocamos otro, y así sucesivamente hasta tener en el molde los colores que deseamos probar.



Vertimos el vidrio hasta la mitad de la altura del molde (2.5cm), ahora del lado derecho de la línea (fila 1, donde no hay color) estarcimos el mismo color que colocamos a la izquierda, repetimos el procedimiento hasta cubrir los colores que colocamos en la base del molde. De esta manera obtendremos una paleta de colores, pudiendo observar las diferencias cuando el esmalte se encuentra en la base o en medio del vidrio.

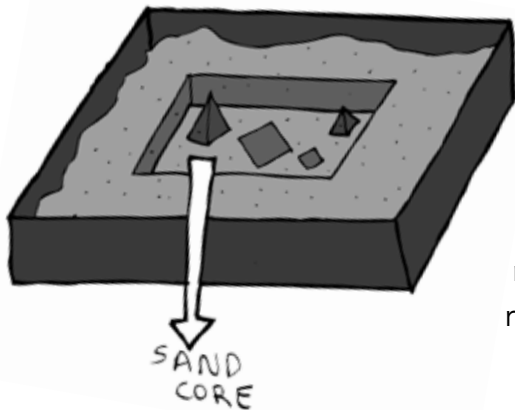


3.7 Sexta parte: El molde de arena

Esta es la parte más divertida del proceso, es momento de usar todos los elementos de los pasos anteriores.

Recordemos que podemos ocupar una artesa de madera o de metal para colocar la arena mezclada humedecida y colada en su interior.

Paso 1: La mejor opción es colocar la caja con la arena en una mesa con cubierta de metal y ruedas, de tal manera que la podamos mover fácilmente hacia los hornos de recocimiento.



Paso 2: Delimitamos dentro de nuestra artesa el área de trabajo, dejando una periferia de arena de 5 a 10cm, de nuestra caja al inicio del molde.

Paso 3: Hacemos el hueco del tamaño y forma que deseemos: redondo, cuadrado, rectangular, irregular, etc. Considerando la periferia de arena del paso anterior.

HERRAMIENTAS y MATERIALES

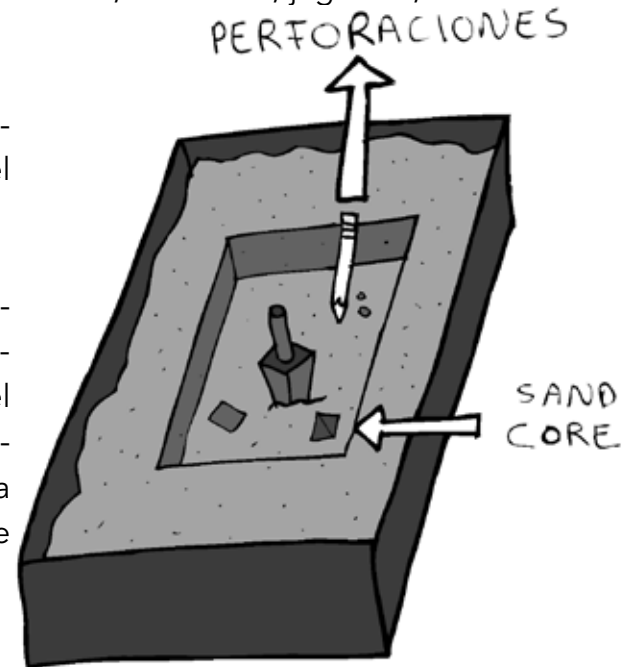
Grafito en polvo o spray 50%	Inserciones: vidrio, cobre, oro.
Alcohol etílico 50%	Cuchara
Arena preparada	Coladera
Caja, metal o madera	Mica
Sellos	Maicena
Esmaltes	Colador

Paso 4: Compactamos las paredes de nuestro molde de arena para evitar que caiga arena donde no se desea. Cuidamos no compactar demasiado el piso de nuestro molde, para que podamos imprimir los sellos con facilidad, de lo contrario, la arena estará tan comprimida que nuestros sellos no se hundirán.

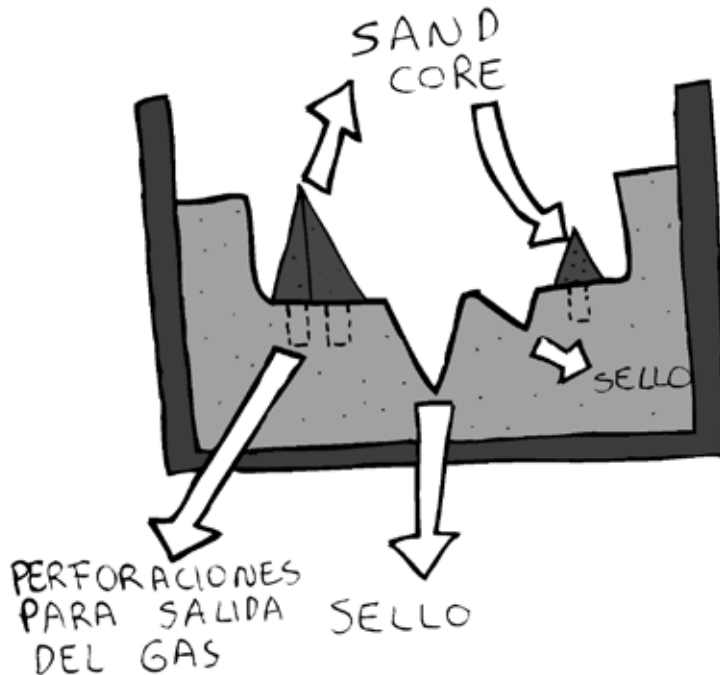
Paso 5: Imprimimos la arena con los sellos que elaboramos, las manos, juguetes, herramienta, etc.

Paso 6: Una vez seguros de la forma de nuestro hueco y habiendo terminado de sellar la arena rociamos el grafito sobre el fondo y las paredes de la arena.

Mezclamos 50% de grafito y 50% de alcohol, colocamos la mezcla en un rociador o en pistola de aire a presión. El grafito sirve como separador entre la arena y el vidrio. En caso de haber mezclado la arena con maicena, no necesitamos grafito, ya que la maicena al quemarse actúa como separador.



Rociamos una capa de grafito cubriendo la arena (hasta que ya no se pueda ver el color de la arena) que va a estar en contacto con el vidrio.



mos, con ayuda de un pincel retiramos el color.

Paso 9: colocamos el resto de las inserciones que deseamos: cobre, oro, mica,

Paso 7: en el lugar del molde que deseemos colocar los sand cores hacemos una pequeña perforación (por ejemplo con un popote) para que los gases de la resina tengan salida hacia la arena y no hacia el vidrio. Una vez listas las perforaciones colocamos los sand cores.

Los sand cores no necesitan rociarse con grafito, de hacerlo provocará muchas burbujas indeseables en el vidrio. En caso de haber un exceso de grafito se recomienda quemarlo con la antorcha, para evaporarlo.

Paso 8: en caso de querer el color de fondo, se colocan los esmaltes antes de los sand cores. Si cae esmalte donde no desea

Paso 10: Acercamos la herramienta, inserciones y esmaltes que vayamos a colocar después de la primera vertida de vidrio. Necesitamos pinzas para colocar las inserciones de vidrio y usar guantes para que no nos queme el calor que despiden el vidrio, igualmente hay que añadir un mango largo a la coladera para colocar los esmaltes.

Paso 11: Nos ponemos nuestro equipo de protección⁹ y estamos listos para verter el vidrio.



9

Sobre equipo de protección ver página 76.

3.8 Séptima parte: Vaciado del vidrio

El momento del vaciado debe ser ágil y rápido, se recomienda planear todo con anticipación, tener claro lo que queremos lograr, comunicarnos con nuestro equipo de trabajo, hacerles saber nuestros planes y las tareas que realizará cada quien, esto será vital para la exitosa realización de la pieza.

HERRAMIENTAS y MATERIALES

Horno de recocido

Horno con el vidrio fundido

Cucharón de metal

Lentes de protección de rayos UV e infrarrojos

Ropa de algodón

Zapatos cerrados

Chamarra gruesa de algodón o de cuero

Guantes especiales de kevlar

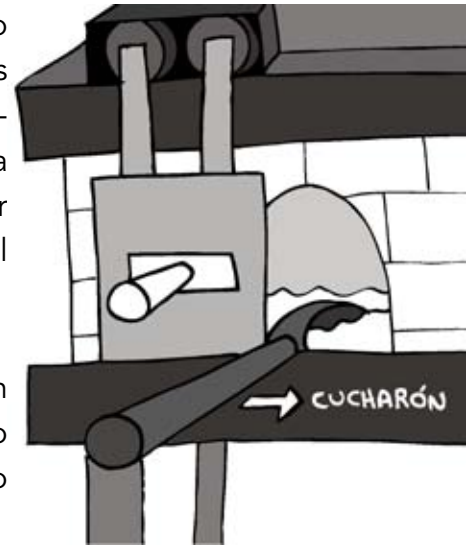
Tijeras de acero para cortar vidrio.

Antorcha de gas LP

Paso 1: Es muy importante estar bien protegidos, lentes y careta de protección para rayos infrarrojos, ropa de algodón, zapatos cerrados (de cuero es lo mejor), chamarra de cuero o algodón grueso y guantes de kevlar. No usar joyería ni ningún objeto de metal que esté en contacto con el cuerpo.

Paso 2: El vidrio debe estar totalmente derretido dentro del horno de fundición¹⁰(1140 °C), introducimos y hundimos 3/4 partes del cucharón dentro del vidrio, lo alzamos ya cargado de vidrio y esperamos unos segundos a que se caiga el exceso de vidrio y lo sacamos del horno. Hay que tener cuidado de no tocar las paredes o el piso del horno con el cucharón, ya que el vidrio más frío se pega al cucharón.

Paso 3: una vez fuera del horno necesitamos que alguien nos ayude a cortar y pegar con tijeras el excedente de vidrio que cuelga del cucharón para que al momento de verterlo no se desprenda y caiga dentro del molde.



Paso 4: Vertimos el vidrio, iniciando por una orilla del molde, en caso de no poder llenar la pieza con el contenido de un solo cucharón, se recomienda verter una primera capa uniforme.

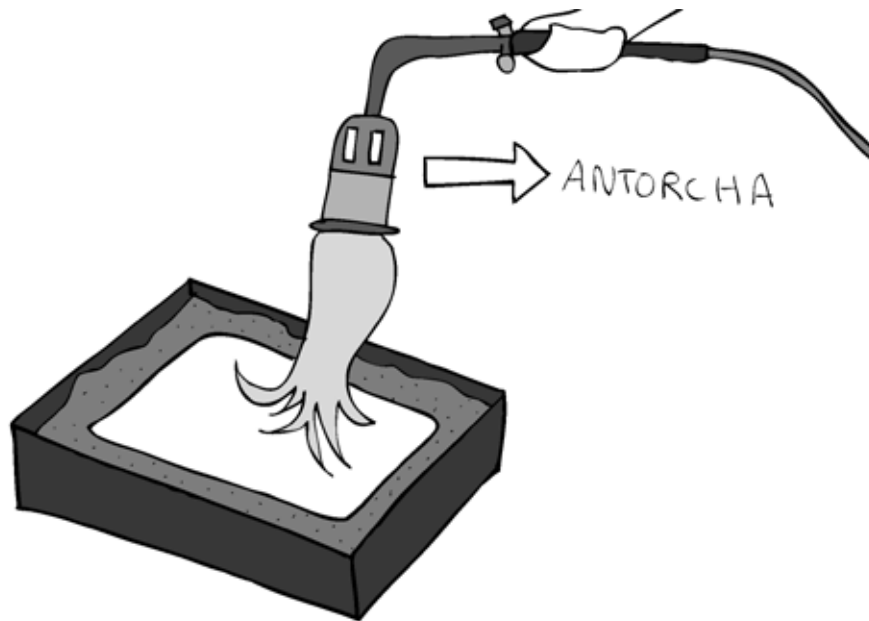
Paso 5: De ser necesario volvemos al horno para tomar más vidrio con el cucharón. Mientras, alguien debe ayudarnos a calentar la superficie del vidrio vertido con la antorcha, ésta debe apuntar perpendicularmente al vidrio, para evitar rociar arena sobre la superficie del mismo.

Paso 6: Una vez lleno de vidrio nuestro molde de arena, esperamos a que (el vidrio) pierda el color naranja incandescente y adopte un tono verdoso, para poder ingresarlo al horno de recocimiento¹¹ (aproximadamente a 550 °C).

Mientras esperamos a que el centro de nuestra pieza se enfríe continuamos calentando la superficie con la antorcha. Las esquinas y las zonas con poco grosor de vidrio son las que se enfrían más rápido.

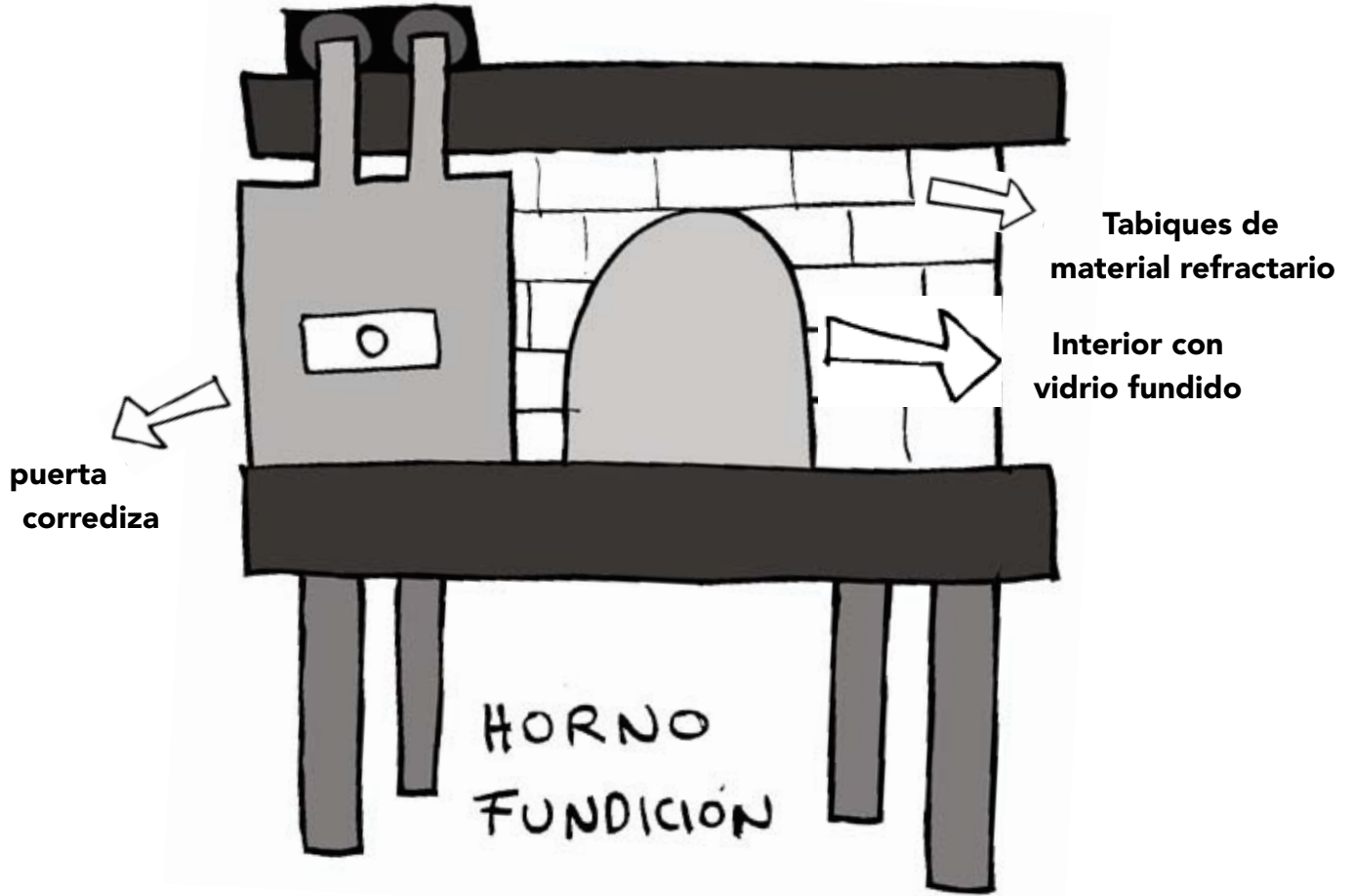
Podemos hacer también perforaciones en la arena, a 2cm de distancia de nuestro vidrio para ventilarlo y ayudar al enfriamiento.

Es muy importante no tocar el vidrio con ningún material que no sea madera, de lo contrario provocaremos que se fisure por termochoque¹².

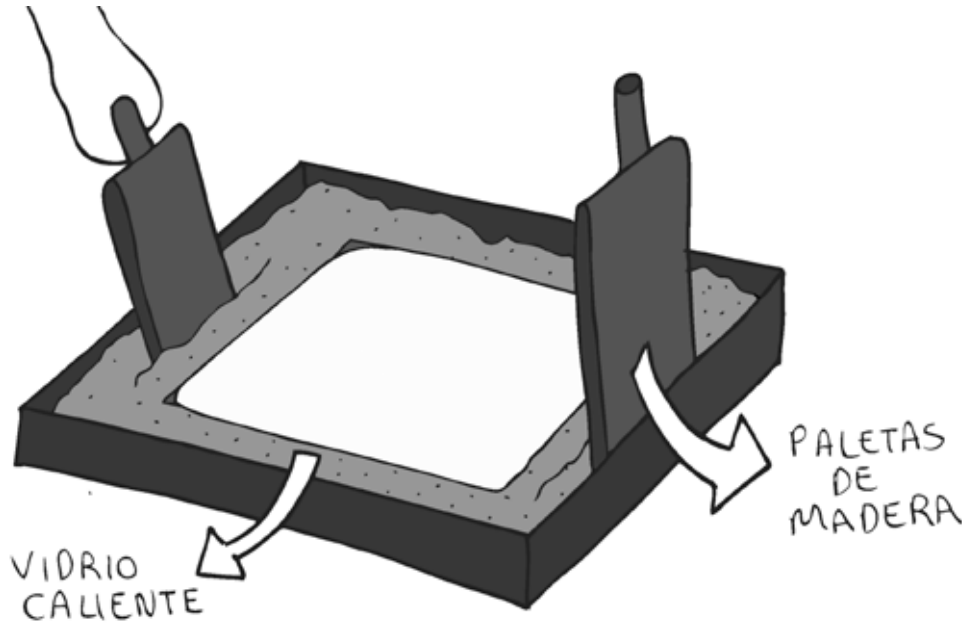


11 Sobre horno de recocimiento ver página 81.

12 Coque térmico ver glosario.

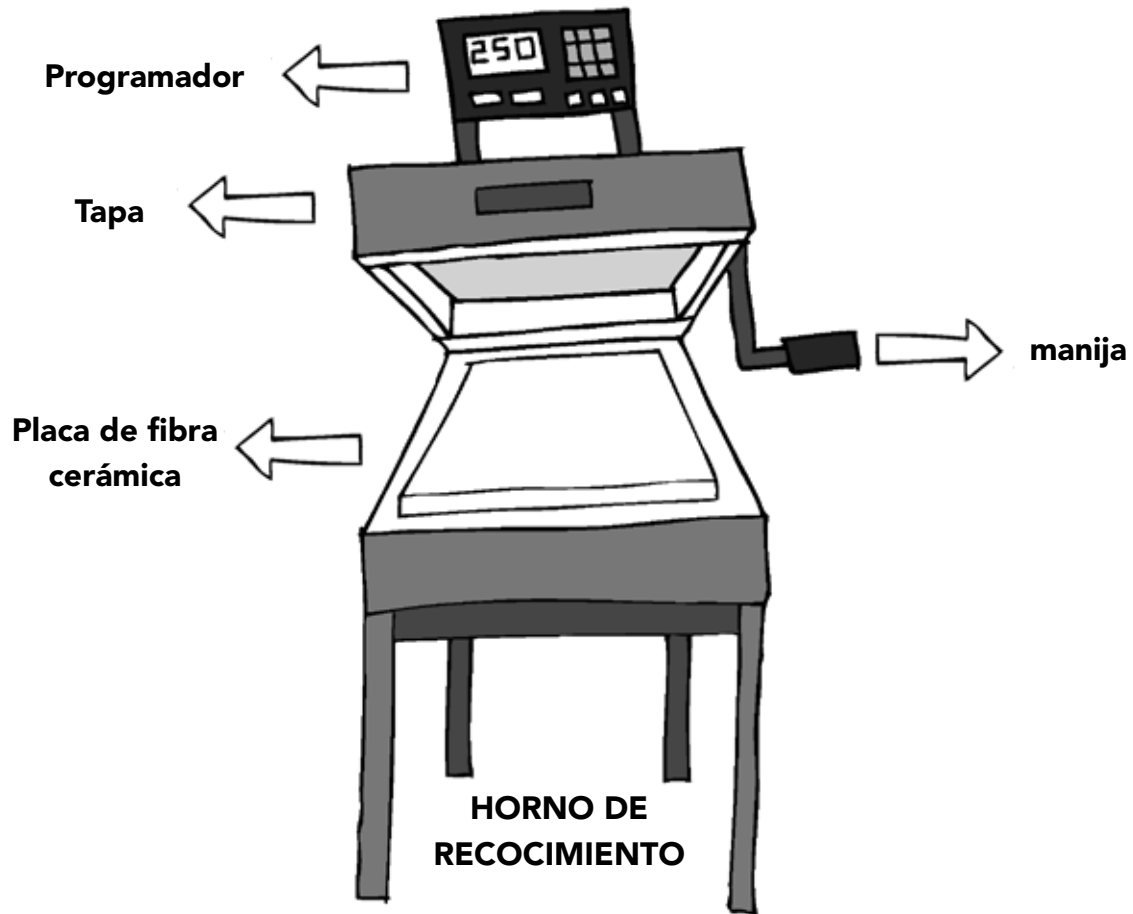


Debemos ser muy cuidadosos para retirar el vidrio de la arena, si nos adelantamos y lo sacamos estando demasiado caliente podemos deformar la pieza. Si nos atrasamos y la temperatura del vidrio se encuentra por debajo de los 550°C (adopta color verdoso), causamos tensión en la pieza y corremos el riesgo de que se rompa una vez terminado el recocimiento¹³, o en cualquier cambio de temperatura posterior.



Paso 7: Si la caja es de madera, con ayuda de unas paletas de madera retiramos el vidrio de la arena y lo ingresamos en el horno de recocimiento, si la caja es de metal la metemos completa al horno.

Paso 8: Una vez que la pieza se encuentra a temperatura ambiente podemos sacarla del horno y retirar el exceso de arena con ayuda de un cepillo y agua.



3.9 **Conclusión**

La planeación en este proceso lo es todo, el tiempo que lleva hacer el molde de arena es poco comparado con el que invertiremos en las herramientas, los sellos y las inserciones.

En el momento del vaciado necesitamos ayuda de varias personas: alguien que caliente la superficie del vidrio con el soplete, alguien que abra y cierre la puerta del horno de fundición y de recocimiento, la persona que corta y pega el excedente de vidrio de la cuchara, el que vacía el vidrio en la arena, el que coloca las inserciones (en caso de haber) y la persona(s) que cargue la pieza y la introduzca en el horno de recocimiento. El vaciado debe ser ágil y rápido para evitar termochocar el vidrio, es necesario comunicarle a nuestro equipo la idea que tenemos de la pieza final y cómo la llevaremos a cabo.

En cualquier técnica donde se deba someter al vidrio a recocimiento se corre el riesgo de que la pieza no se logre, debido a un mal manejo de temperaturas, este es el momento donde debemos tener el conocimiento para aplicar una curva de temperatura correcta, equilibrar las temperaturas y evitar la tensión permanente en el vidrio.

Es recomendable empezar con piezas chicas y poco elaboradas para ir conociendo el comportamiento del vidrio en esta técnica.

La textura de la arena permanecerá en nuestra pieza final, podemos controlar el lugar donde queremos el color y siempre tendremos por lo menos un lado plano.



Aline Romero, Escalera, Vidrio, Molde de arena, 2011

Aline Romero, Langui en el espacio, Vidrio, Molde de arena, 2011





Aline Romero, *Langui en el espacio*, Vidrio, Molde de arena, 2011

Aline Romero, Langui, Vidrio, Molde de arena, 2011



4. CERA PERDIDA



CERA PERDIDA



Es una técnica de fundición de vidrio en la que se debe realizar una escultura (en bajo o alto relieve) en cera, a esta se le hace un molde de yeso refractario, al yeso se le retira derritiendo la cera del interior y el hueco que deja se llena con vidrio (preferentemente de plomo), de color o transparente.

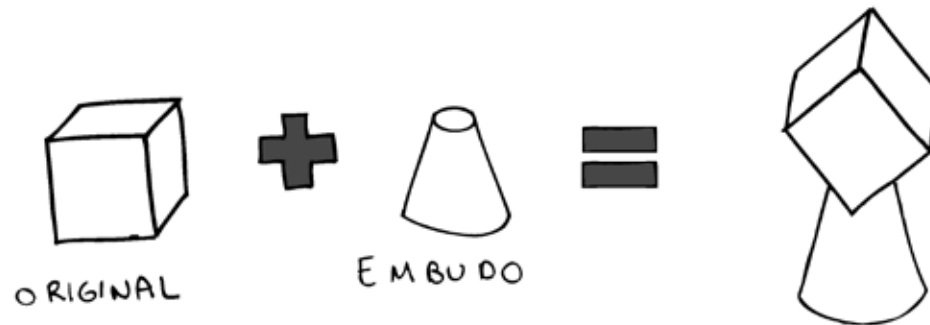
Aprenderemos a realizar el molde de silicón para hacer una o varias ceras, el yeso refractario, preparar el horno para la fundición y la curva de temperatura para fundir el vidrio dentro del yeso.

4.1 *Primera Parte: Elaboración del original*

El modelo original (positivo) es la escultura, pieza u objeto que queremos hacer en vidrio. Para obtenerlo podemos tallar madera, modelar barro, usar plastilina, plástico, metal, etc.

El secreto para obtener una pieza exitosa en vidrio se encuentra en la buena elaboración del original (positivo). Una vez que tengamos nuestra pieza en vidrio será mucho más complicado corregirla.

Paso 2: Añadimos a nuestra pieza un embudo, lo más fácil es hacerlo en plastilina y unirlo al original, según el diseño se elige el lugar donde se colocará el embudo, la función del embudo es dejar entrar el vidrio al molde.



HERRAMIENTAS y MATERIALES

Pieza original:
de plastilina, barro,
yeso, metal, cera
ó madera.

**Madera: MDF
o triplay, no menor
a 1/2 pulgada.**

Cinceles, gubias, etc.

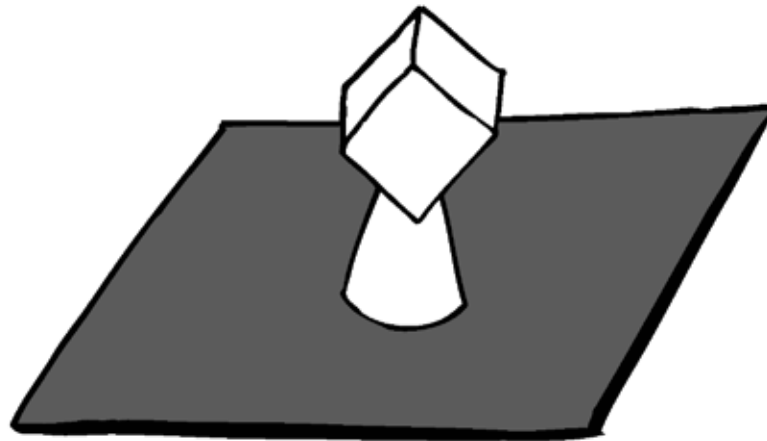
**Pinceles para aplicar
separador.**

Metro.

Tornillos, alambre

Aquí es esencial tener claro que el proceso de vaciado se da por medio de la gravedad. El vidrio se derrite y va llenando el molde del mismo modo que se llena un vaso con agua. Para evitar que el aire se atrape, colocamos las partes horizontales de nuestra pieza, inclinadas, para darle salida al aire y evitar burbujas que en nuestra pieza final de vidrio se verán como huecos.

Paso 3: Fijamos el modelo original a una base de Triplay ó MDF de mínimo 3/4 de pulgada, podemos usar tornillos o alambre, ésta debe quedar en el centro de la base, dejando como mínimo 5cm de nuestra pieza a la orilla de la madera, tomando como referencia lo más sobresaliente del modelo (a partir de ahí medimos los 5cm)



4.2 Segunda Parte: El silicón

El silicón RTV es un compuesto flexible que sirve para copiar formas y texturas, se aplica en estado líquido y por medio de un catalizador se solidifica.

Comercialmente existen diferentes tipos de silicón, unos más flexibles que otros, de alta y de baja temperatura. Nosotros ocuparemos el de General Electric RTV-421, es muy elástico, soporta 250 °C y podemos usar catalizador lento (10hrs) o rápido (30min).



HERRAMIENTAS y MATERIALES

Silicón GE, RTV-421 (copia todos los detalles, muy flexible, costoso)

Silicón RTV alta temperatura (no copia detalles, se usa para figuras burdas, poco flexible, económico)

Silicón transparente.

Catalizador

Tornillos, grapas para madera, clavos.

Plastilina

Yeso escultórico (el tigre)

Medio separador: vaselina o aceite (PAM, aceite de cocina, de bebé, DW-40).

Contenedor de plástico para el silicón (bowl)

Espátula para el mezclado del silicón.

Exacto.

Báscula

Jeringa o vaso medidor.

Manta de cielo

Pigmento para catalizador

Se pueden llevar a cabo dos tipos de molde: **abierto**, donde el original es un bajo o alto relieve y el vidrio entra por la base. **Cerrado**: escultura de 360° el vidrio entra por el embudo.

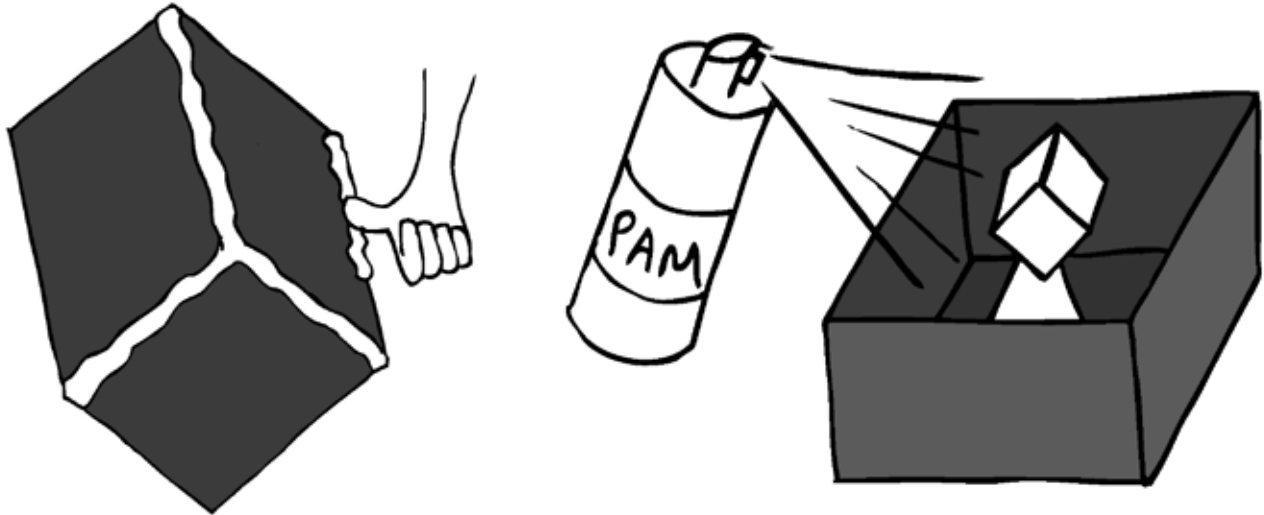
Si deseamos evitar el proceso del silicón se debe hacer el modelo original en cera.

La ventaja del silicón es que ofrece la posibilidad de repetir el original cuantas veces sea necesario. En caso de perder el original en cera (por cualquier error), sólo necesitamos vaciar más cera en nuestro molde de silicón y tenemos otro original idéntico. La desventaja es su costo y el tiempo que conlleva su elaboración.

Molde de silicón para piezas de pequeño formato.

Paso 1: Colocamos el separador (aceite en aerosol, PAM, vaselina) sobre el original, su base y las paredes que conformarán la artesa (caja de madera) para el vaciado del silicón.

Paso 2: Fijamos las paredes de madera a la base donde tenemos el original. Dejamos una holgura de 1cm en la periferia de la pieza a la pared.



Paso 3: Sellar las uniones de las paredes y la base con plastilina, para evitar que el silicón se salga.

Paso 4: Para saber cuánto silicón ocuparemos calculamos el volumen de la artesa, calculamos el de la escultura, le restamos al volumen de la artesa el de la escultura y convertimos los centímetros a mililitros, tomando en cuenta que $1\text{dm}^3 = 1\text{L}$.

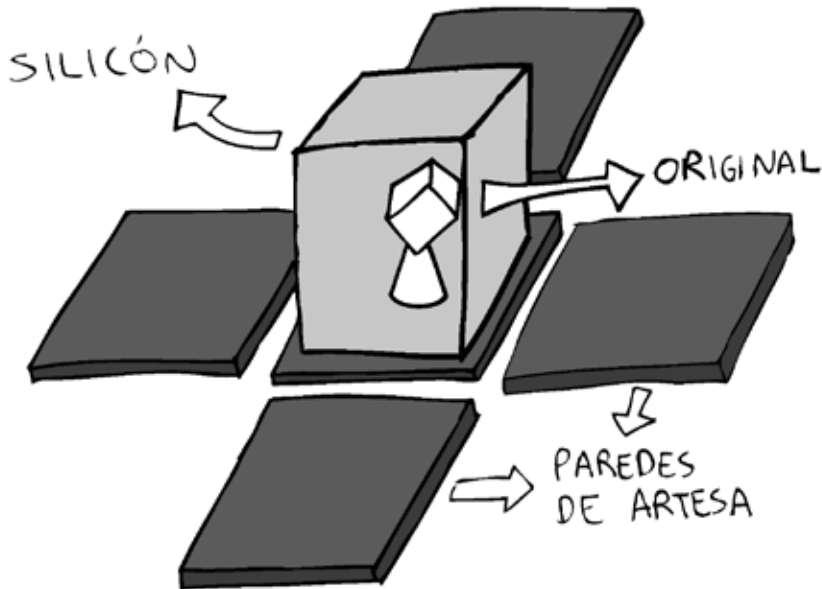
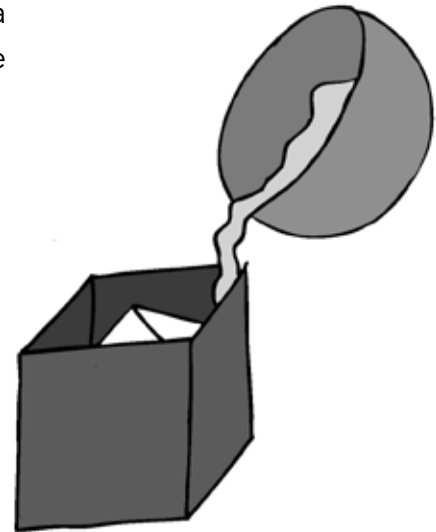
Paso 5: Vertimos la cantidad necesaria de silicón en un contenedor de plástico, agregamos el catalizador lento (1% aprox. consultar con proveedor) revolvemos lentamente con ayuda de una espátula de plástico, evitando introducir aire, hasta unificar el catalizador con el silicón. Es importante que el catalizador tenga algún color de contraste, de este modo al mezclarlo con el silicón, podremos saber: si está uniforme el color = completamente unificado.



Paso 6: Una vez unificada la mezcla vertimos en la artesa desde un vértice, llenándola poco a poco. Lo más importante es evitar que se atrapen burbujas entre el original y el silicón.

Es conveniente vibrar la artesa o ponerla al vacío para sacar las burbujas

Paso 7: Esperamos a que catalice el silicón aproximadamente 10 horas.



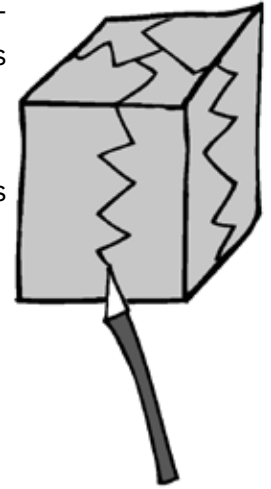
Paso 8: Desmoldamos la artesa. Quedándonos sólo con el bloque de silicón conteniendo al original.

Paso 9: Marcamos con plumón el silicón en forma de zetas (zigzag).

Paso 10: Analizamos dónde conviene hacer los cortes, por ejemplo, si hacemos un busto no realizamos el corte del silicón por la cara (corte sagital), haremos un corte coronal para que sea menos evidente la unión de las piezas de silicón.

Paso 11: Cortamos el silicón con un exacto o bisturí bien afilado, guiándonos por las marcas del plumón.

Paso 12: Desprendemos con cuidado el silicón del original.



Molde de silicón para piezas de gran formato.

Paso 1: Fijamos con tornillos o alambre la pieza a su base, por su lado plano o por el embudo.



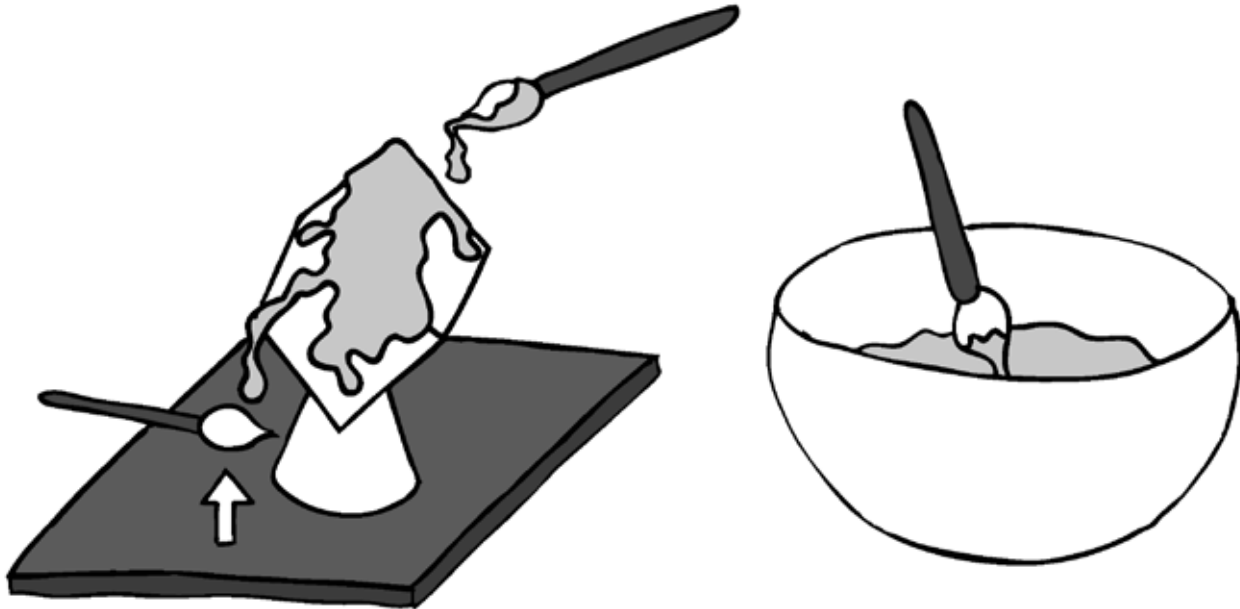
Paso 2: Rociamos el medio separador sobre el original.

Paso 3: Vaciamos 100gr de silicón en un contenedor de plástico y agregamos el catalizador rápido (5% aprox. consultar con proveedor), revolvemos con ayuda de una espátula de plástico (evitando introducir aire) hasta unificar el catalizador con el silicón. Es importante que el catalizador tenga algún color de contraste, de este modo al mezclarlo con el silicón podremos saber si está completamente unificado o si aun le falta.

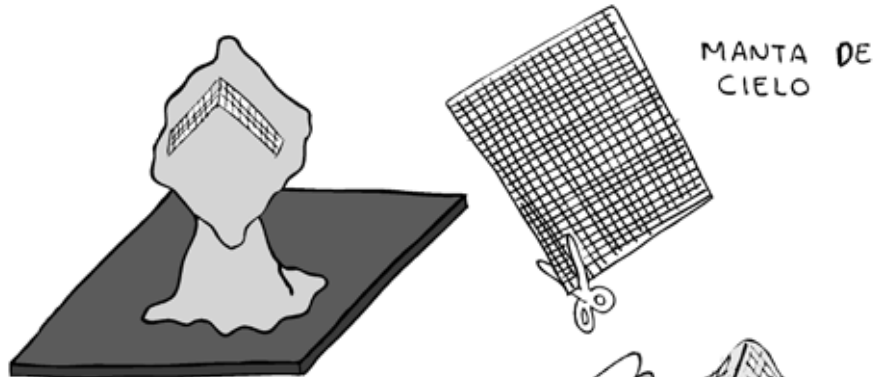
Mientras que el catalizador lento actúa en horas (15 aprox.) al rápido le lleva entre 20-40 min aproximadamente.

Paso 4: Una vez unificada la mezcla, la aplicamos sobre el original con una brocha pequeña o pincel, hasta cubrirlo con una primera capa de silicón, evitando la formación de burbujas. En caso de formarse burbujas se deben de picar con el pincel antes de que catalice el silicón. Con ayuda del pincel evitamos que escurra el silicón y caiga fuera de la pieza.

Paso 5: Una vez catalizada la primera capa, repetimos el procedimiento aplicando una segunda capa.

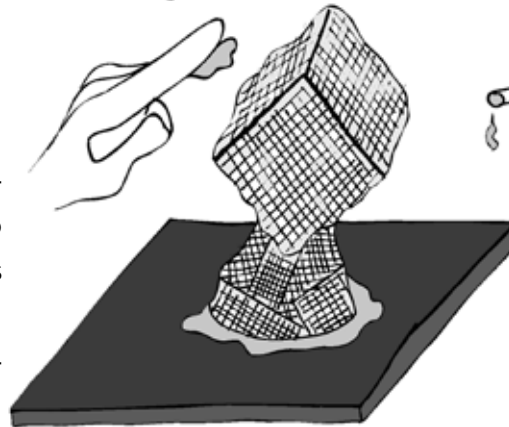


Paso 6: Catalizada la segunda capa, aplicamos una tercera y antes de que catalice cortamos trozos de manta de cielo o gasa y recubrimos la pieza. Una sola capa de manta de cielo es suficiente, ésta ayudará a reforzar el silicón.



Paso 7: Recubrimos la manta de cielo con más silicón, para cubrir la textura de la misma.

Paso 8: Con silicón de cartucho (transparente, de uso arquitectónico) rellenos los huecos y candados¹, para que posteriormente podamos liberar con facilidad el silicón del contramolde de yeso.



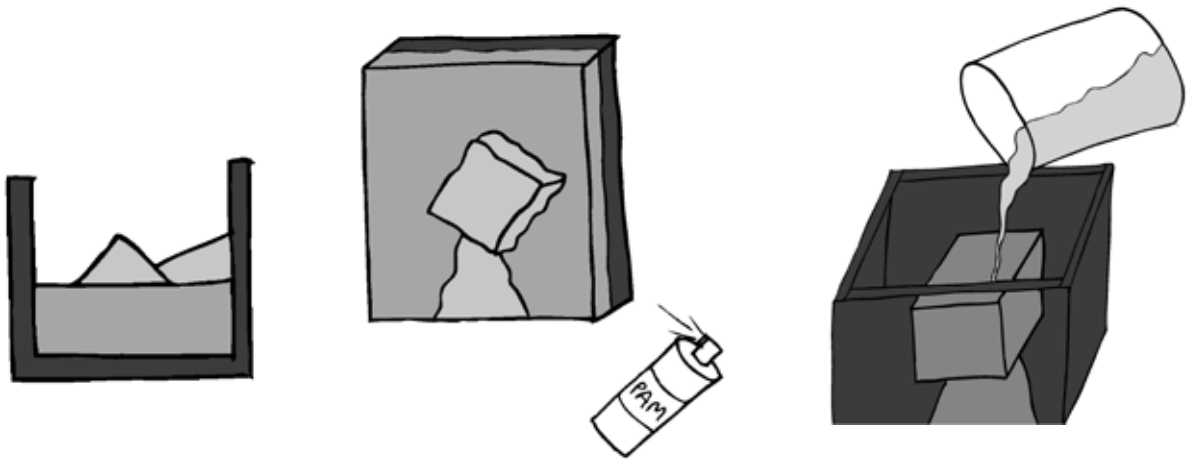
¹ El jabón diluido en agua nos ayuda a que el silicón de cartucho no se pegue a nuestras manos y mojando un dedo en el jabón podemos alisar la superficie donde hemos colocado silicón.

Paso 9: Procederemos a la creación del contramolde de yeso (de uso escultórico) para contener el silicón, dependiendo de la complejidad de nuestra pieza: taceramos² y aplicamos yeso o hacemos una artesa a la pieza de silicón y vaciamos yeso.

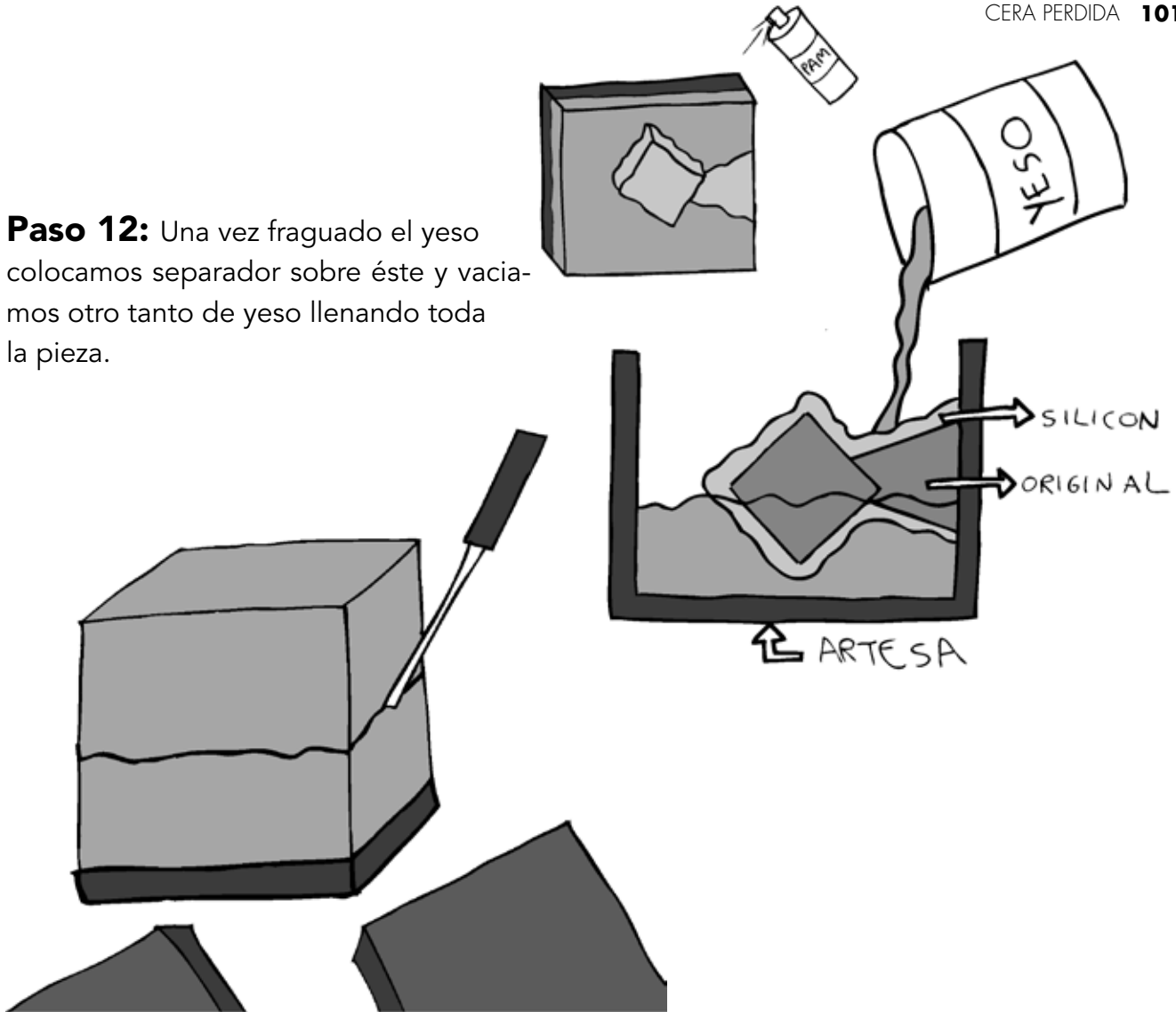
Es importante que nuestra pieza recubierta de silicón no tenga candados, para taparlos se aplica silicón de cartucho para darle salida al molde.

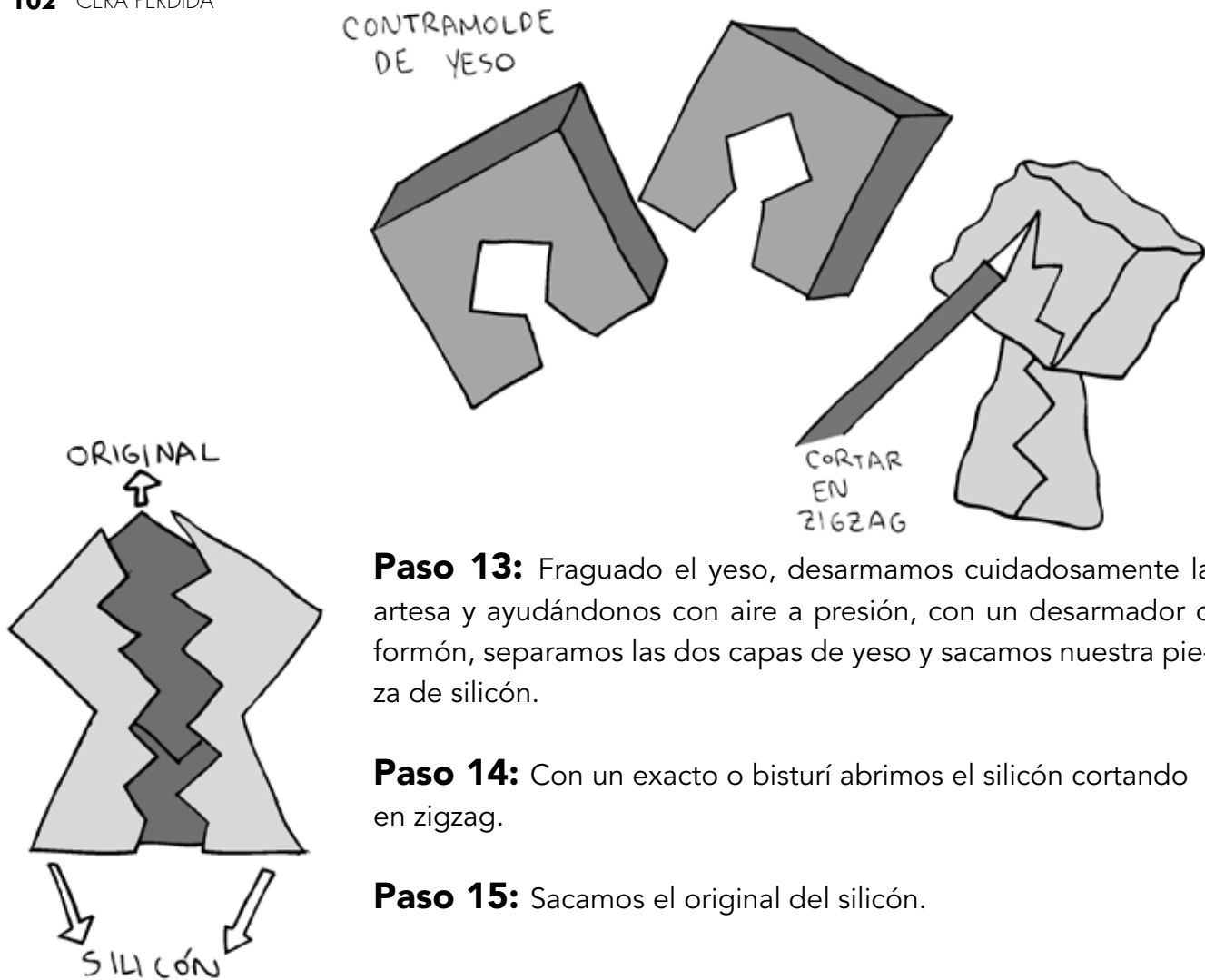
Paso 10: Preparamos la mezcla de yeso necesaria para llenar hasta la mitad nuestra pieza.

Paso 11: Teniendo nuestra pieza dentro de la artesa colocamos separador en las paredes de la artesa y sobre el silicón, vaciamos el yeso hasta que cubra la mitad de la pieza.



Paso 12: Una vez fraguado el yeso colocamos separador sobre éste y vaciamos otro tanto de yeso llenando toda la pieza.





Paso 13: Fraguado el yeso, desarmamos cuidadosamente la artesa y ayudándonos con aire a presión, con un desarmador o formón, separamos las dos capas de yeso y sacamos nuestra pieza de silicón.

Paso 14: Con un exacto o bisturí abrimos el silicón cortando en zigzag.

Paso 15: Sacamos el original del silicón.

4.3 Tercera Parte: La cera

La cera es un material maleable, cuenta con la ventaja de que se le puede añadir o quitar material muy fácilmente. Además reproduce formas y texturas con gran fidelidad.

HERRAMIENTAS y MATERIALES

Olla para calentar
cera

Estufa

Cucharón

Manta de cielo

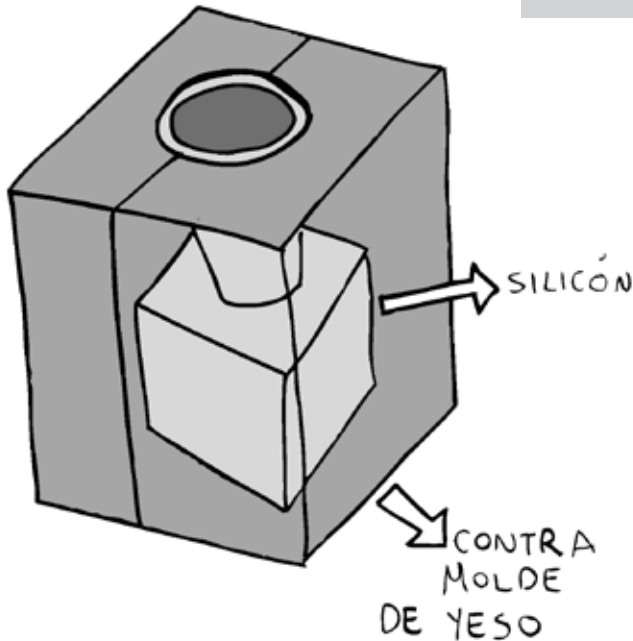
Coladera de metal

Clavos o tornillos

Madera

Cámaras viejas de
carros o bicicletas

Cera pura de abeja



Paso 1: Sumergimos el contramolde de yeso en agua para saturarlo y evitar que la cera caliente se pegue.

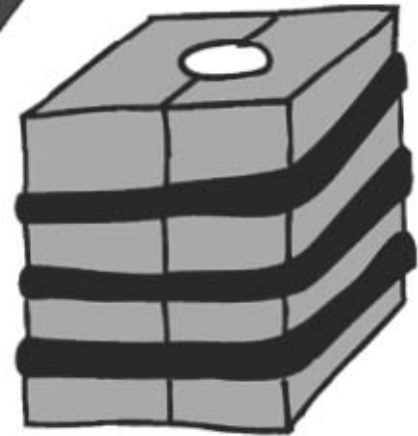
104 CERA PERDIDA

Armamos el silicón, lo colocamos en su contramolde de yeso, lo amarramos con tiras de cámaras de bicicleta o carro, con la finalidad de evitar que se abra el silicón y se desparrame la cera.

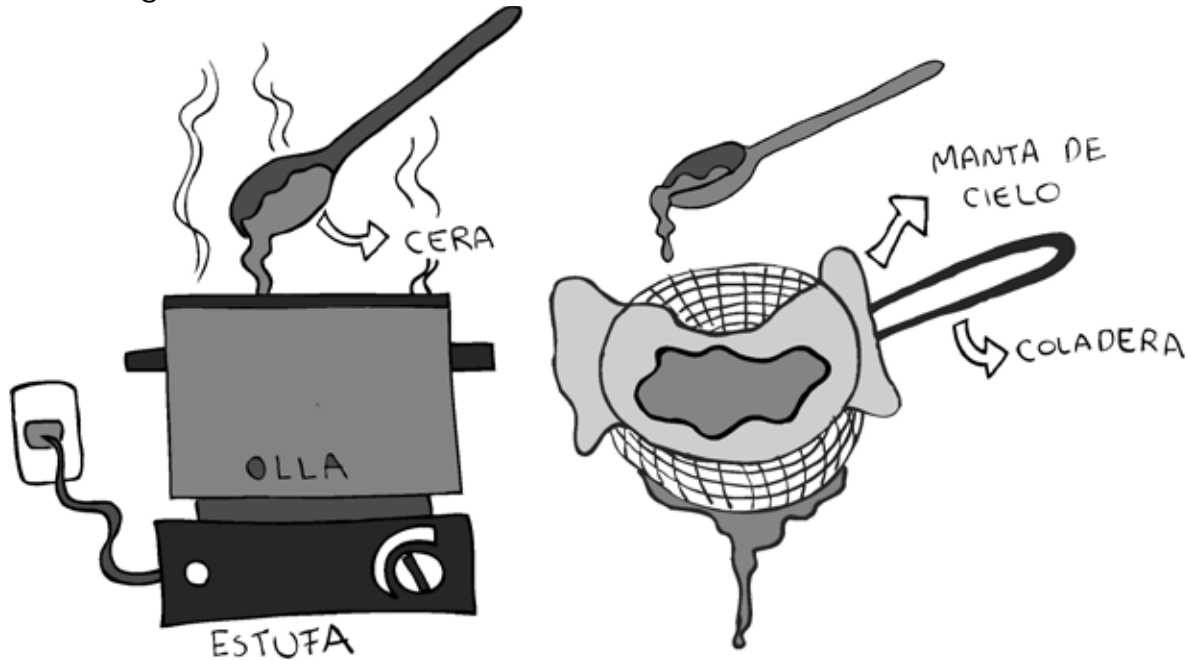
CA'MARA



TIRAS



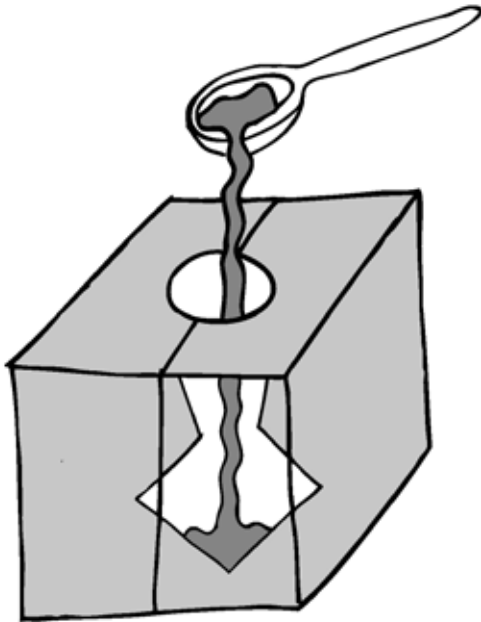
Paso 2: Colocamos la cera en la olla y la calentamos a fuego bajo (60 a 70 °C), cuidando que no salga humo ni hierva, si vertimos la cera hirviendo en el silicón se formarán pequeñas burbujas en la superficie de la cera dejando una textura diferente a la que deseamos. Si la cera esta muy fría no alcanzará a recubrir el molde de silicón y podría hacerse algún tapón en algún canal angosto de la escultura.



Es importante que la cera este limpia, para limpiarla colocamos sobre un colador manta de cielo y colamos toda la cera.

Paso 3: Por el embudo o el lado plano de nuestra pieza vertimos sólo un poco de cera e inmediatamente movemos nuestro molde, dándole a la cera la oportunidad de navegar por todo el molde y crear una primera capa.

Al igual que en el silicón es muy importante evitar la formación de burbujas.



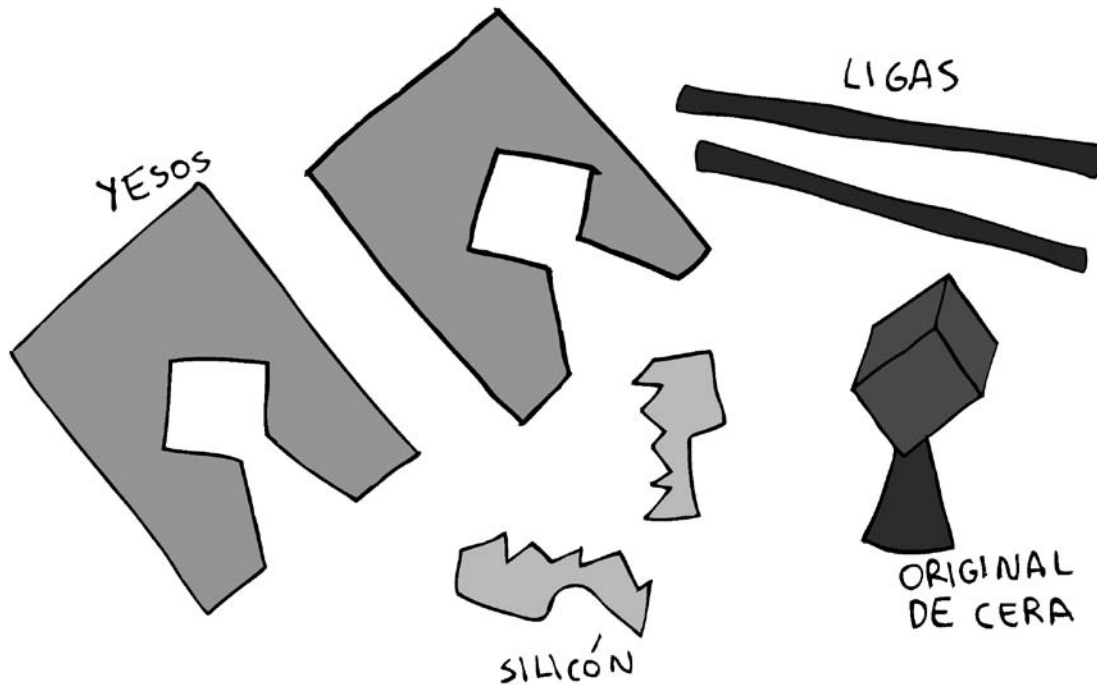
Paso 4: Repetimos el paso anterior hasta estar seguros de que todo el molde tiene varias capas.

Este proceso debe de ser dinámico para evitar que la cera se endurezca entre un vertido y otro.

Paso 5: Llenamos el molde de cera y esperamos a que enfríe, al enfriarse se contrae y habrá que rellenar

el embudo. Aunque veamos el embudo frío y sólido el interior puede estar todavía caliente, lo mejor es dejar reposar la cera toda una noche.

Paso 6: Una vez fría la cera, desarmamos la artesa o el yeso y luego el silicón. Sacamos cuidadosamente nuestro original (ahora en cera) para no romperlo. Si rompemos el original se repite el procedimiento de vaciado, no debemos tratar de repararlo ya que más adelante se desprenderá.



4.4 Cuarta parte: Retoque de cera

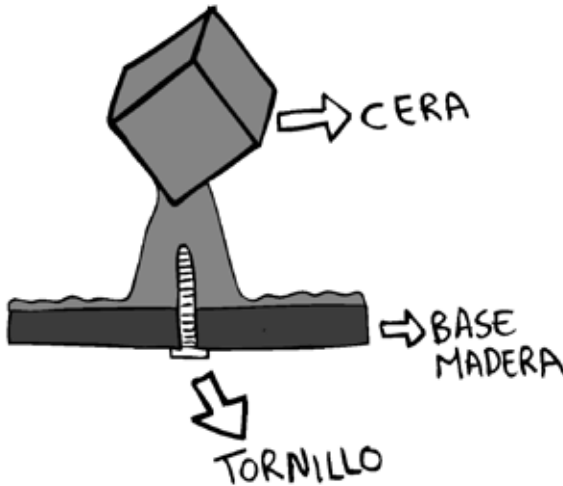
Tal cual quede la cera quedará el vidrio, si la cera brilla, el vidrio también. Éste es el momento de hacer cualquier modificación que deseemos.

Paso 1: Podemos cortar, pulir, cambiar la textura, o realizar cualquier modificación que necesite nuestro original de cera.

HERRAMIENTAS y MATERIALES

Cera	Cotonetes
Mechero de alcohol	Herramientas para tallar
Aceite de bebé	Plastilina

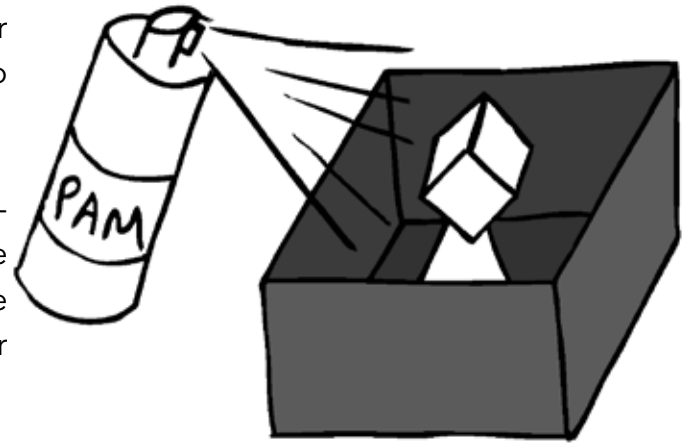
Con un mechero de alcohol³ podemos brillar la cera, cuando la flama del mechero roza la cera, esta se brilla, entre más acerquemos la flama, más derretirá la superficie dejándola brillante, si queremos conservar alguna textura no debemos acercar tanto la flama. También podemos usar aceite de bebé, mojamos un cotonete en el aceite y frotamos la superficie de la cera.



Paso 2: Una vez terminado el retoque, fijamos la pieza, calentamos la cera de la base del embudo y derretimos una poca en la base de madera y pegamos cera con cera, luego con ayuda de tornillos acabamos de fijarla.

Tiene que quedar perfectamente fija, para evitar que se desprenda al momento de verter el yeso refractario.

Paso 3: Armamos la artesa, dejando 7cm de espacio desde la pieza de cera, hasta las paredes de la artesa, para definir la altura medimos lo alto de nuestra cera y agregamos 4 cm (éste será el grosor de la base de nuestro molde de yeso refractario).

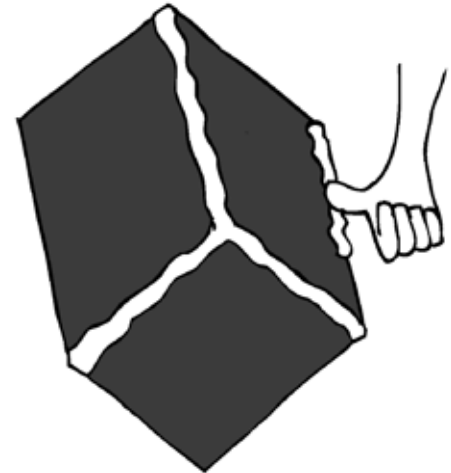


Paso 4: colocamos separador en las paredes de la artesa.

Paso 5: Sellamos las uniones de la madera con plastilina.

En caso de que nuestra escultura sea grande (mayor a 15 x 15 x 15cm), debemos reforzar el molde de yeso con malla de alambre de la siguiente manera: cortamos la malla de tal manera que ésta quede dentro del yeso, sin que toque la pieza de cera y tampoco las paredes.

Paso 6: Reforzamos la artesa amarrando ligas vertical y horizontalmente.



4.5 *Quinta parte: Preparado del yeso*

El yeso que ocuparemos debe:

- Fragar lentamente
- Copiar el modelo original con fidelidad
- Ser permeable, facilitando el paso del aire
- Resistir altas temperaturas (900°C), sin fracturarse

El molde de yeso NO debe:

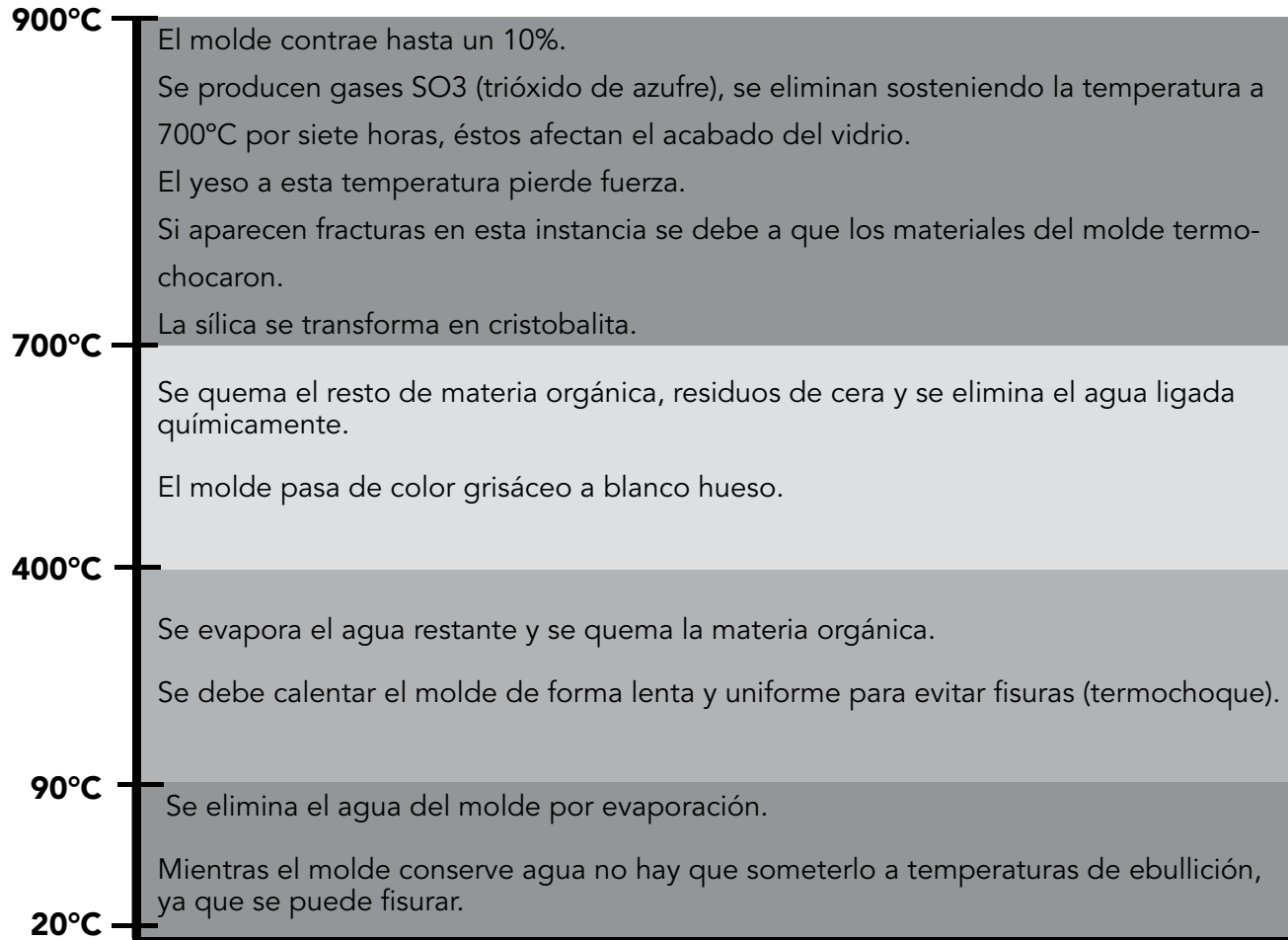
- Contraerse más de un 10%.
- Producir demasiados gases SO₃ (trióxido de azufre) al quemarse.
- Adherirse fuertemente al vidrio (debemos poder desmoldar con facilidad)
- Provocar divitrificación.⁴
- Ligarse químicamente al vidrio.
- Provocar cambios de color en el vidrio.

Es importante entender el comportamiento del yeso dentro del horno, éste también trabaja con la temperatura.

HERRAMIENTAS y MATERIALES

Yeso hydroperm	Sílica 80/90
Papel periódico	EPK (Caolín)
Cubetas	Alúmina hidratada
Licuada	Mascarilla
Báscula	
Calculadora	Taladro y batidor de metal
Sílica 306	

Comportamiento del yeso en el horno



En ésta sección es importante usar mascarilla de protección para polvos en todo momento debido a que estamos trabajando con materiales volátiles (ej. sílica).

Paso 1: Para saber cuánto yeso ocuparemos calculamos el volumen de la artesa: largo x ancho x altura, calculamos el volúmen de nuestra pieza de cera y la restamos al volúmen de la artesa.

Paso 2: Convertimos el volumen de la artesa a litros, tomando en cuenta que $1\text{dm}^3 = 1\text{L}$ y sacamos las proporciones para el preparado del yeso.

FORMULA PARA 1L

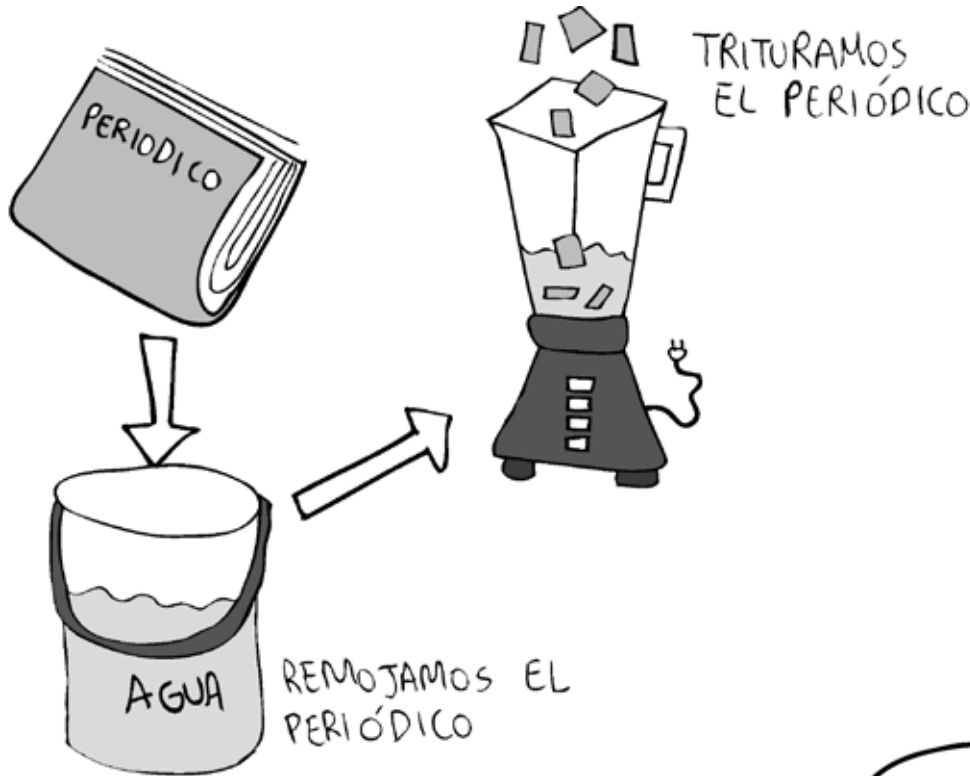
Yeso hydroperm ⁵ -	604gr
Papel periódico-	6gr
Sílica 306 -	274gr
Sílica 80/90 -	274gr
EPK (Caolín) ⁶ -	28gr
Alúmina hidratada ⁷ -	28gr
Agua -	750ml



5 Yeso industrial usado para la fundición de metal, fabricado por United States Gypsum Company (USG).

6 Edgar Plastic Kaolin (EPK) ó Caolín, es una arcilla blanca muy pura que se utiliza para la fabricación de porcelanas.

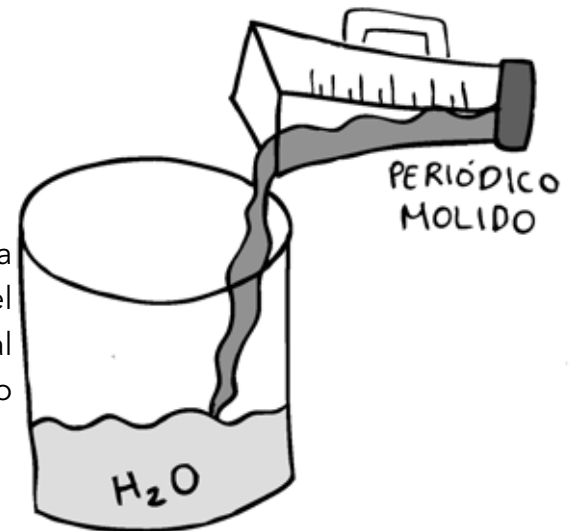
7 AlH₃, es el ingrediente más importante de las arcillas y los barnices, utilizada en cerámica por su alta reactividad y punto de fusión



Paso 3: Pesamos las sílicas, EPK, alúmina, yeso y el periódico.

Paso 4: Mezclamos los polvos secos: las sílicas el EPK, la alúmina y el yeso.

Paso 5: Medimos la cantidad de agua necesaria para la mezcla y en esta remoja el periódico un día antes del preparado del yeso. Para que sea más fácil integrarlo al agua, nos podemos ayudar con una licuadora o un taladro eléctrico y un batidor de metal.

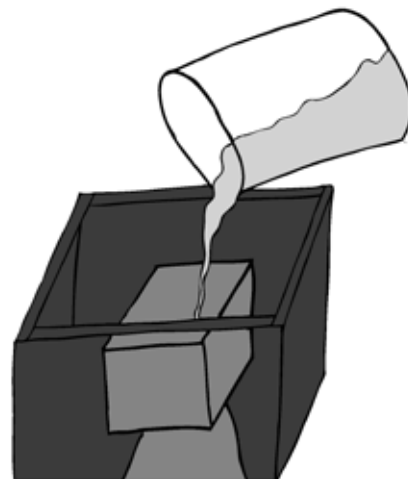




Paso 6: Esparcimos los polvos secos en el agua, dejamos unos dos minutos para que se humedezcan y mezclamos con la mano o con ayuda de un taladro eléctrico y un batidor de metal, cuidando no meter aire.

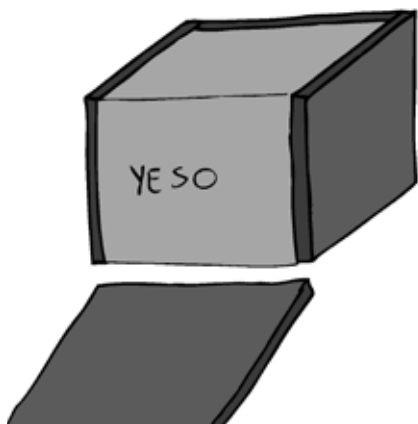
Azotamos la cubeta, o el contenedor de la mezcla para que salgan las burbujas, debemos hacer todo con suficiente velocidad para que no frague el yeso antes de tiempo.

Es importante enjuagar enseguida las herramientas que hayan estado en contacto con el yeso, cuidando no tirar los restos en la tubería.



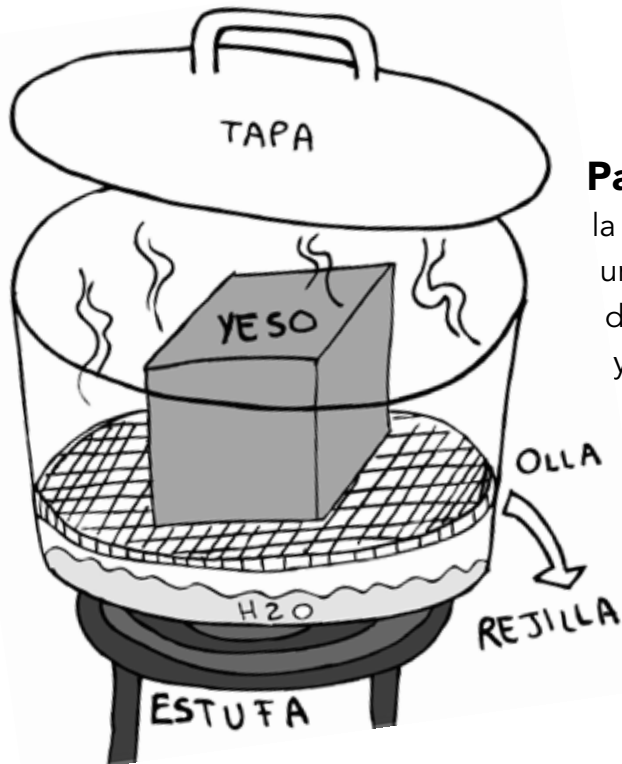
Paso 7: Vaciar un poco de mezcla desde una orilla de la artesa, la movemos para que el yeso entre por todos los recovecos y vaciamos el resto del yeso. Una vez que inicia el fraguado ya no se mueve la artesa.

Paso 8: En cuanto frague el yeso retiramos las paredes de la artesa, con cuidado de no dañar el yeso.



4.6 Sexta parte: Cera perdida

Esta es la parte donde se derrite la cera del interior del molde de yeso, para dejar el espacio negativo que se llenará de vidrio. Hay que tener cuidado de no lastimar el molde.



HERRAMIENTAS y MATERIALES

Olla con tapa, suficientemente grande para meter nuestro bloque de yeso.

Estufa

Rejilla de metal

Pedazos de metal para detener la rejilla

Paso 1: Hacemos un baño maría: llenamos la olla con unos 10 cm de agua, colocamos una rejilla de metal sobre unos pedazos de metal para poner el yeso sobre la rejilla y separarlo del agua unos 5 cm.

Paso 2: Metemos boca abajo los moldes de yeso, el lado de la cera hacia el agua.

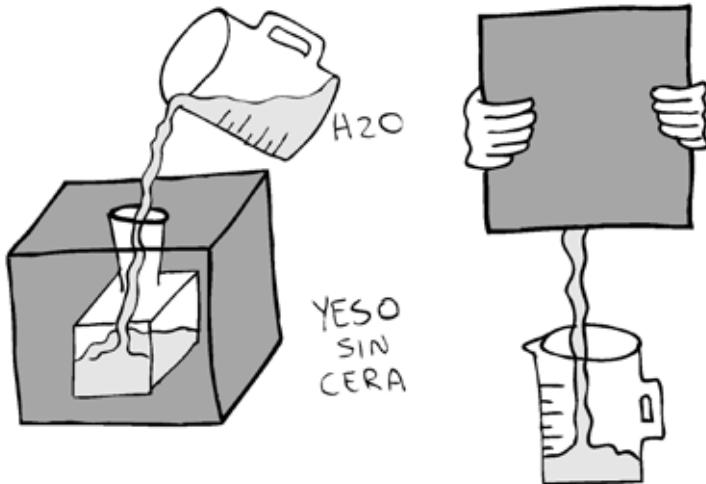
Paso 3: Tapamos la olla y calentamos para que, por medio del vapor, se derrita la cera del interior del yeso.

4.7 Séptima parte: Vaciado del vidrio

Paso 1: Calculamos la cantidad de vidrio necesaria para llenar nuestra pieza. La forma más fácil de hacerlo es llenando el hueco que dejó la cera en el molde de yeso con agua.

Al saber cuántos mililitros de agua ocupamos para llenarlo, hacemos la conversión a gramos de vidrio siguiendo esta regla:

2.4kg de vidrio alcalino= 1 L de agua



HERRAMIENTAS y MATERIALES

Horno de fundición de vidrio	Taladro y broca para perforar el fondo de la maceta
Vidrio	
Fundente, borax	Calculadora
Maceta de cerámica de alta temperatura.	Pedazos de placa de fibra cerámica
Báscula	Jarra con medida

Paso 2: Pesamos el vidrio necesario y agregamos un 10% extra de vidrio del total del peso.

Paso 3: Cortamos el vidrio en pedazos lo colocamos en una coladera y lo sumergimos en una solución de agua y BORAX[®], lo sacamos y lo dejamos escurrir para no mojar el molde con agua y bórax.

Por cada litro de agua agregamos una cucharada sopera de Bórax. Debemos calentar el Bórax para que se disuelva en el agua, una vez caliente el bórax sumergimos el vidrio.

Paso 4: Hacemos un agujero de 19mm (de diámetro) al fondo de la maceta de cerámica de alta temperatura (sin esmaltes), el tamaño de la maceta depende de la cantidad de vidrio que necesitamos, mientras quepa todo el vidrio dentro de la maceta, será suficiente.

Paso 5: Limpiamos con agua la maceta y metemos el vidrio, debemos evitar el polvo ya que produce burbujas.

Paso 6: En el piso del horno ponemos una capa de papel de fibra cerámica⁹ y sobre ésta, una capa de arena sílica que nos ayudará a nivelar el molde de yeso.

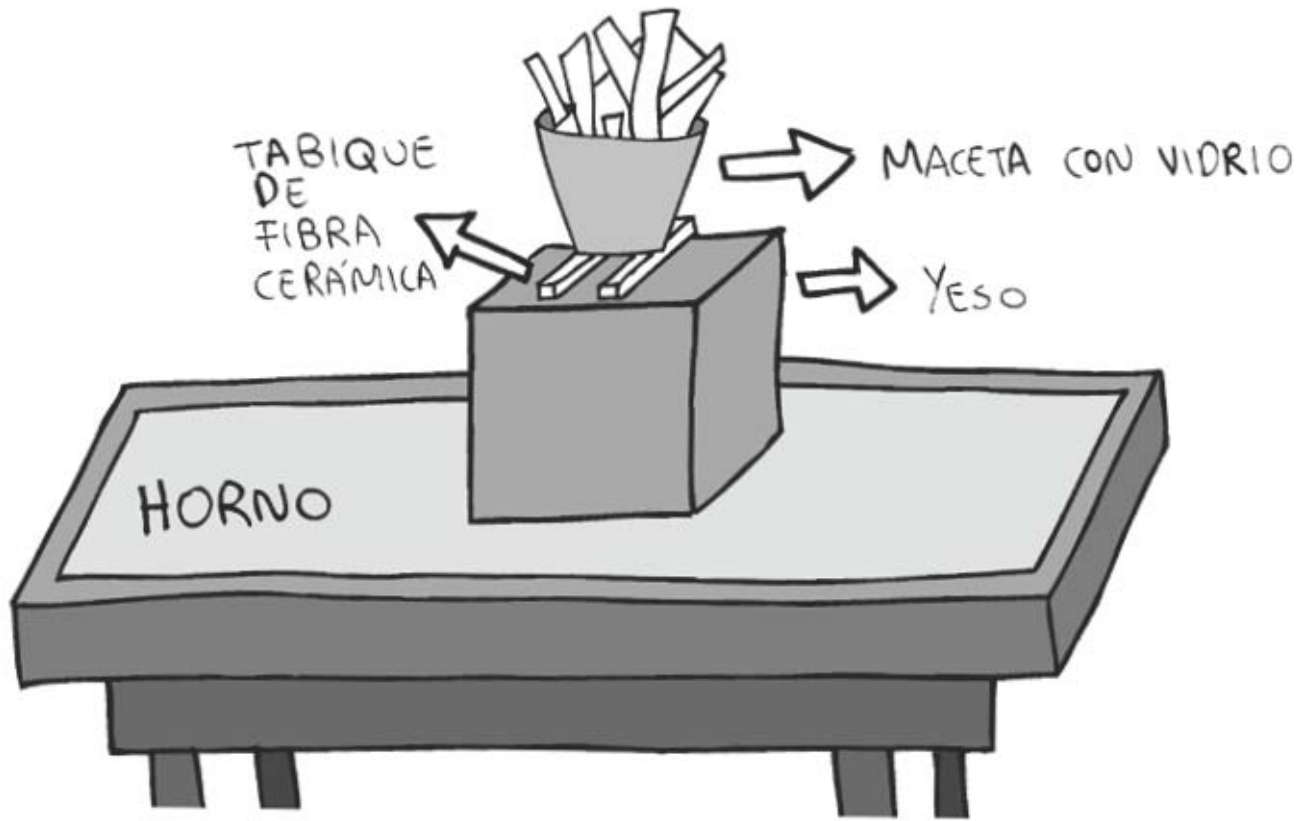
Paso 7: Colocamos unos pedazos de ladrillo K-23¹⁰ a los costados del agujero del molde de yeso, éstos nos sirven para que la maceta no esté en contacto con el molde y más adelante podamos ver cómo entra el vidrio al molde.

Paso 8: Acomodamos la maceta con el vidrio encima de los trozos de ladrillo y alineamos perfectamente el agujero de la maceta con el del molde de yeso.



9 Fibra cerámica delgada en presentación de papel de 3 y 6mm de grosor, usada para moldes y protección de entrepaños en el horno
10 Ladrillo refractario usado en el interior del horno.

Paso 9: Ingresamos la curva de temperatura en el programador del horno y estamos listos para hornear.



4.8 Octava parte: Apertura del molde de yeso.

Paso 1: Una vez que haya acabado la curva de temperatura del horno y el molde de yeso con el vidrio se encuentre a unos 20 °C retiramos el molde de yeso del horno y lo sumergimos en agua.

Paso 2: Cuidadosamente empezamos a romper el yeso con una gubia, nos podemos ayudar con un cepillo de dientes y agua para quitar el excedente de yeso que esté pegado al vidrio.

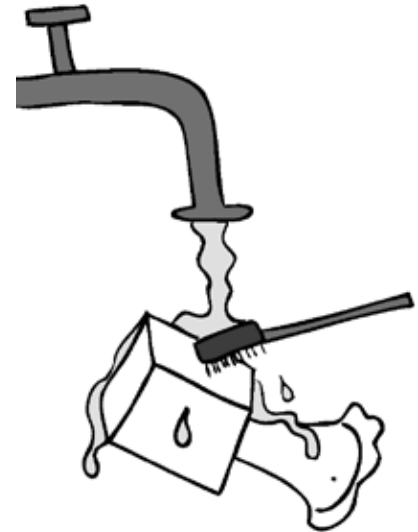
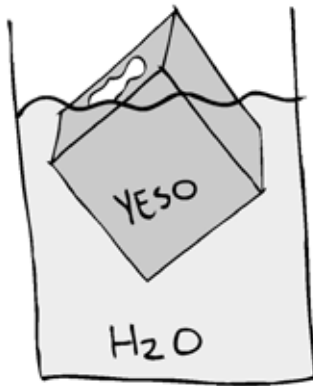
HERRAMIENTAS y MATERIALES

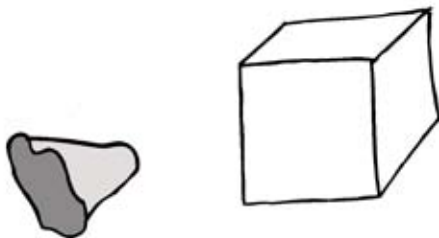
Cubeta

Cepillo de dientes

Gubia

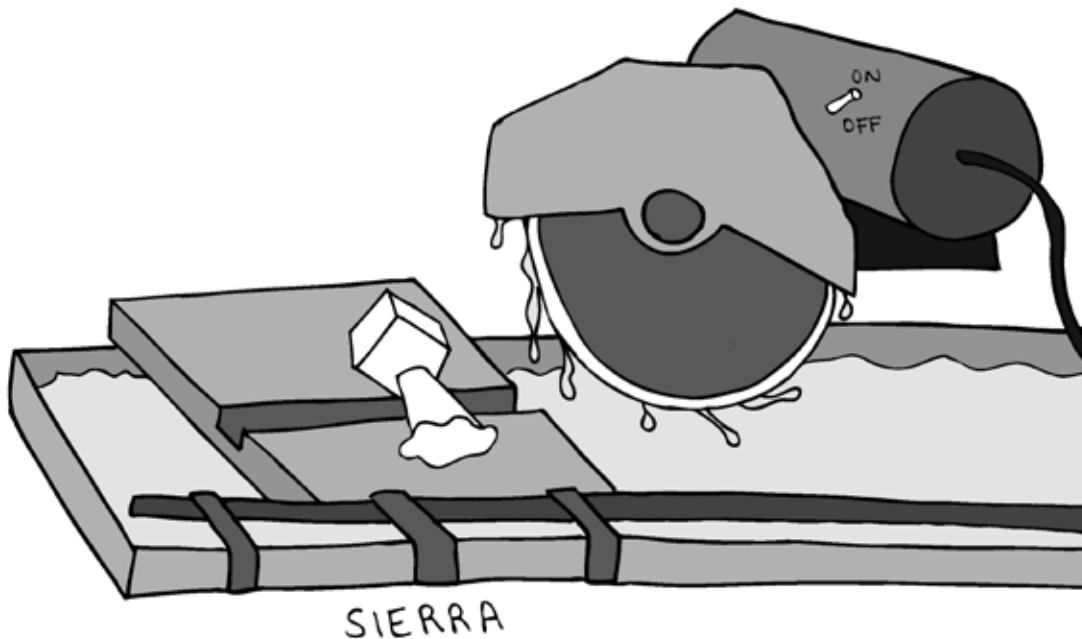
Sierra de diamante





Paso 3: Podemos cortar el embudo y el excedente de vidrio con una sierra de diamante¹¹ lubricada con agua.

Paso 4: Se puede brillar el vidrio por medio de temperatura¹², a mano por medio de ruedas de diamante (hasta llegar al grano 1600¹³) y lo más fácil es darle un acabado mate usando ácido (Sugar Acid).



11 Especial para corte de vidrio, siempre debe estar enfrida por agua.

12 Ver tabla de página 53.

13 Ruedas abrasivas de diamante, vienen desde granos gruesos (80) a suaves (1600) , y presentación (en discos o ruedas).

4.9 *Preparación de Sugar Acid*

Se le puede dar un acabado mate al vidrio por medio de bifloruro de amonio (Sugar Acid).

Es necesario tener cuidado al usar el ácido. Es importante que nunca esté en contacto con nuestra piel, ojos o boca. Usaremos guantes de plástico especiales para ácidos y lentes de protección durante el tiempo que estemos en contacto con el ácido.

HERRAMIENTAS y MATERIALES

Agua destilada 12 litros

Azúcar refinada 10 kilos

Bifloruro de amonio 10 kilos

Olla de acero inoxidable

Cuchara de plástico

Paso 1: Limpiamos el vidrio

Paso 2: Preparamos el ácido.

- 1- Calentamos el agua en una olla de acero inoxidable.
- 2- En una olla mezclamos el bifloruro de amonio en 10 L de agua.
- 3- En otra olla aparte mezclamos el azúcar en 2 L de agua
- 4- Una vez disueltos el azúcar y el bifloruro unimos las dos mezclas.

Paso 3: Sumergimos el vidrio, 30 min es suficiente. El ácido se puede ocupar tantas veces sea necesario, sólo hay que tener en cuenta que entre más lo usemos más tardará en hacer efecto y tendremos que sumergir las piezas de vidrio por más tiempo.

Paso 4: Retiramos el vidrio del ácido y lo enjuagamos con agua.

5.0 *Conclusión*

Esta técnica nos permite llevar a cabo piezas tridimensionales y macizas, con mucho detalle y gran fidelidad en la textura, la pieza puede ser de un solo color, o de varios, con la limitación de no poder controlar el color en algún punto específico de la pieza.

El proceso consta de muchos pasos y en cada uno puede haber errores que nos impidan continuar al siguiente o complicarnos el resto del proceso. Lo más recomendable es hacer las cosas bien desde el inicio, en caso de tener el presentimiento de que algo está mal o tiene fallas, es mejor repetirlo.

Es importante prestar atención a los detalles como el tamaño del hueco en las macetas que contienen el vidrio, el tamaño de las artesas, las proporciones para preparar el yeso refractario, etc.

Al igual que en el molde de arena, el correcto recocimiento del vidrio es fundamental, en caso de dejar tensión, la pieza puede salir del horno rota, o entera y romperse en horas, días, semanas, meses o años dependiendo de la cantidad de tensión y el ambiente al que se someta (interiores, exteriores, rayos del sol, sombra, etc.).

El vidrio tiene grandes ventajas, pero es importante percatarse de las desventajas y la única manera de hacerlo es trabajando con el material y conocer las dificultades, como la carencia de equipo o materiales.



Aline Romero, *Tenis, Vidrio a la cera perdida*, 2011

Aline Romero, *Tenis, Vidrio a la cera perdida, 2011*





Aline Romero, *Vaca Luna*, Vidrio a la cera perdida, 2011

Aline Romero, Vaca Luna, Vidrio a la cera perdida, 2011





Aline Romero, *Vaca Luna*, Vidrio a la cera perdida, 2011



4



5







10



11



12



13



14



15



16



5. ANEXO



Aline Romero
Langui
Vidrio, Molde de arena
2011

Langui, es un personaje que he desarrollado en los últimos años. Carece de facciones y se pudiera pensar que tampoco tiene expresión alguna. El nombre viene de lánguido que según la Real Academia Española significa: flaco, débil, fatigado, de poco espíritu, valor o energía. Él o ella (tampoco tiene sexo determinado), representa mi manera de ver hacia dónde se dirige la humanidad, un poco a la manera de George Orwell en "1984" donde el ser humano es general y no particular. Usando la ficción y la ironía, reflejo en dibujos, videos en stop motion y en escultura la vida de Langui.

Decidí trasladar a Langui al vidrio, llevando ideas de dibujos que se pudieran prestar a la escultura. Esta pieza en particular, es muy sencilla, el nombre lo tallé de un pedazo de núcleo de arena que saqué de un molde cuadrangular, y para el personaje hice un molde de silicón para sacar el núcleo de arena más fácilmente, sin necesidad de tallarlo. El color lo usé simplemente para darle contraste al nombre y resaltarlo del resto de la pieza.



Aline Romero
Atrapado en el tiempo
Vidrio, Molde de arena

2011

Atrapado en el tiempo, esta pieza está basada en uno de los primeros dibujos que hice del personaje. Dibujo en el cual también me basé para hacer un video en stop motion, narrando la lucha de Langui contra el tiempo.

Para esta pieza hice un núcleo de arena usando un molde de silicón con la figura de Langui y los relojes, escarbé un hueco cuadrado en la arena y simplemente coloqué el núcleo de arena, no agregué ningún color. En el lado posterior de la pieza se aprecia el bajo relieve en negativo y el frente es plano y la figura parece encapsulada en el vidrio.



Aline Romero
Escalera
Vidrio, Molde de arena
2011

Esta pieza originalmente la pensé en relieve, pero al observar los resultados que ofrece el núcleo de arena decidí hacerla de esa manera. Usé un molde de silicón para hacer el núcleo de arena y no coloqué color en el sand core para contrastar el fondo de la figura. En un principio pensé en colocar el fondo de color azul, ya que este color en el vidrio siempre queda bien, pero opté por arriesgarme con los tonos cálidos.



Aline Romero
Tenis
Vidrio, cera perdida
2011

Hacer un tenis se me ocurrió a manera de desafío, me atrajo la idea de llevar un objeto de uso cotidiano a un material en el cual pierde su utilidad y sentido.

Por medio de un molde de silicón copié mi tenis, este molde me sirvió para hacer una réplica en cera del original. Para lograr que el tenis fuera hueco hice el molde de silicón en dos partes, la suela y el resto del tenis, una vez teniendo ambas partes en cera las uní y detallé. Esta pieza estuvo un mes dentro del horno.



Aline Romero
Quihubo Mano
Vidrio, cera perdida, metal, leds
2009

Esta es la primera pieza de vidrio a la cera perdida que hice. Inspirándome en el personaje "dedos" de Los Locos Adams, se me ocurrió hacer una casita de metal y colocar la mano adentro, dándole un contexto más de individuo que de objeto.

Obtuve el molde de mi mano usando alginato(material que cataliza en cuestión de segundos, el cual usan los dentistas para hacer moldes de los dientes). El proceso de fundición y recocimiento tomó alrededor de una semana dentro del horno. Trabajé con un ingeniero eléctrico para colocar el sistema de iluminación a base de leds. Lo más interesante de esta pieza es el elemento sorpresa cuando el espectador abre la puerta de la casita.

Esta pieza me ayudó a darme cuenta de las diversas posibilidades que existen al integrar el vidrio con otros materiales.



144 6. Conclusión

Durante el desarrollo de este manual he podido constatar que el vidrio como material para la creación de piezas artísticas es muy versátil, además cuenta con una virtud de la cual otros materiales carecen: la translucidez. Hay que tomar en cuenta que este material conlleva una complejidad técnica, al mínimo error las piezas no se logran, es un material exigente. Una vez entendido el comportamiento del vidrio y lo sensible que es a la temperatura, nos será posible empezar a trabajar cualquier técnica.

Tanto el proceso de Molde de arena como el de Cera perdida requieren de mucho tiempo de planeación y paciencia, así como ayuda de otras personas. Existen muchos pasos para llegar al resultado final, pero una vez que es logrado el objetivo, todo el tiempo invertido vale la pena.

Es importante considerar las posibilidades que ofrece el trabajo en frío de las piezas de vidrio (grabado, tallado, etc.), podemos cambiar la textura, brillarla, opacarla, dejando sólo partes de la pieza brilladas, simulado ventanas para apreciar el interior del vidrio.

También el complementar la pieza de vidrio con otros materiales ofrece otro mundo de posibilidades, quizá llevar a cabo una escultura de vidrio de grandes dimensiones puede ser algo complicado debido a la carencia del equipo necesario, pero si pensamos en la pieza de vidrio como parte de una escultura de: madera, metal, piedra, etc. podemos crear obra de mayor escala.

Debido a la antigüedad de este material y al contexto funcional que siempre ha tenido, a los artistas de vidrio nos ha

Conclusión

costado trabajo quitarle la etiqueta de utilitario y convertirlo en artístico.

El vidrio dentro del arte contemporáneo tiene pocas décadas en auge, nos encontramos con un terreno virgen donde falta mucho camino por recorrer. Siendo un material tan versátil parece no tener límites, el único inconveniente es que al ser algo nuevo y poco divulgado, la tecnología desarrollada para su trabajo es comercializada por unos cuantos y por lo tanto costosa. Aunque volviendo a la idea anterior siendo un material tan versátil nuestra destreza y creatividad son el único límite.

El vidrio, dentro del arte contemporáneo ha sido principalmente desarrollado por los países de mayor tecnología, a

Conclusión

no ser por algunos artistas de vidrio, en Latinoamérica sería casi inexistente, corresponde a las generaciones actuales el trabajarlo y desarrollarlo, aprovechando el camino ya recorrido por el primer mundo. Mi intención con este manual es aportar mi grano de arena para el desarrollo del arte en vidrio latinoamericano. Espero les sea útil para conocer otras posibilidades que el material ofrece y experimentar con él.

Alúmina hidratada: AlH_3 , Es el ingrediente más importante de las arcillas y los barnices, utilizada en cerámica por su alta reactividad y punto de fusión.

Antoni Gaudí: (1852 - 1926) Arquitecto español, máximo representante del modernismo catalán, integró en la arquitectura toda una serie de trabajos artesanales que dominaba él mismo a la perfección: cerámica, vidriería, forja de hierro, carpintería, etc.

April Sargent: (1982 -) Originaria de Seattle, WA. En el 2005 instaló un taller para trabajar el vidrio en frío junto con Ethan Stern. En el 2008 Jirí Harcuba se convirtió en su mentor, juntos han dado clases en Pilchuck y Corning centrándose en la idea de que el grabado puede ser arte contemporáneo.

Artesa: Cajón cuadrilongo, por lo común de madera.

Bead, Cuenta de vidrio: Pequeño objeto de vidrio, generalmente atravesado por un agujero para poderlos ensartar, pueden ser desde 1mm hasta 1cm de diámetro.

Bentonita: Es una arcilla muy pegajosa con un alto grado de encogimiento.

Bernd Weinmayer: (1971 -) Originario de Munich, estudió vidrio soplado especializándose en neón, fabrica objetos y animales usando el neón como representación del sistema nervioso.

Bertil Vallien: (1938-) Escultor originario de Suecia, diseña para la fábrica de vidrio Kosta Boda, es el padre de la técnica de Molde de Arena. Es uno de los artistas de vidrio más cotizados del mundo.

Bullseye: Es una fábrica de Portland, Oregon donde producen vidrio de color de alta calidad para arte y arquitectura, promueven a los artistas y al arte en vidrio. Fueron los primeros en fabricar vidrio compatible para fusionar.

Bórax: Sustancia con la cual rompemos la tensión superficial de las moléculas del vidrio.

Candado: Hueco o protuberancia en la pieza original, impidiendo desmoldar con facilidad.

Caña de soplado: Tubo de metal, mide entre 1m y 1.45m de longitud. A través de ésta el artesano sopla en el vidrio fundido.

Cappy Thompson: (1956 -) Originaria de Estados Unidos estudió Artes Visuales, su obra artística se basa en la pintura sobre el vidrio con grisalla y esmaltes, de estilo naïf con influencia de las imágenes de la cerámica griega, su obra ha sido expuesta por todo el mundo.

Carbonato de Calcio: Sustancia muy abundante en la naturaleza, es el principal componente de conchas y esqueletos de muchos organismos.

Carbonato de Potasio: Forma soluciones alcalinas fuertes, es una sal básica y una sustancia higroscópica: aparece a menudo como un sólido a base de agua.

Carmen Lozar: (1975-) Originaria de Illinois, estudió Artes Visuales, se especializa en flamework, representa en pequeñas esculturas los placeres de la vida diaria.

Coefficiente de expansión: Es el número que expresa el porcentaje de expansión del vidrio por cada grado del cambio de temperatura. Se determina midiendo el cambio de expansión en el vidrio de 0 a 300 °C.

Compatibilidad: La ausencia de tensión cuando dos vidrios diferentes se fusionan.

Copper foil: Lámina de cobre que sirve para unir pedazos de vidrio generalmente usado en los vitrales, comercialmente lo encontramos en rollo.

Corning: Fábrica americana de vidrio, cerámica y materiales relacionados fundada en 1851, su principal interés está en la industria y la ciencia.

Cristal de plomo: Es un tipo de vidrio que contiene óxido de plomo, tiene una temperatura de fundición más baja, facilitando el trabajo y la modelación del vidrio. Esta clase de vidrio tiene propiedades ópticas que lo hacen útil para fines decorativos.

Curva de temperatura: Tiempos y temperaturas de calentamiento , enfriamiento y reposo en los ciclos de fusionado, termoformado, doblado, etc.

Choque térmico: Rotura del vidrio causada por un diferencial de temperatura en el mismo.

Dale Chihuly: (1941 -) Nacido en Tacoma, WA, escultor dedicado al vidrio soplado, es de los artistas contemporáneos en vidrio más influyentes y uno de los fundadores de Pilchuck Glass School.

David Alfaro Siqueiros: (1896 – 1974), Exponente del muralismo mexicano. Sus frescos en exteriores se dedicaron a temas revolucionarios y sociales, para inspirar a las clases bajas.

David Reekie: (1947 -) Escultor inglés que usa el glass casting y el dibujo como fuente de expresión de su visión única del ser humano. Se pueden encontrar sus piezas en el museo de Victoria & Albert, Corning Museum of Art, así como alrededor del mundo.

Densidad: Magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia

Desag: Vidrio fabricado por SCHOTT.

Diego Rivera: (1886 - 1957), Destacado muralista mexicano de ideología comunista, famoso por plasmar obras de alto contenido social en edificios públicos. Fue creador de diversos murales en distintos puntos del centro histórico de la Ciudad de México

Divitrificación: Formación de cristales microscópicos sobre la superficie del vidrio, que se genera cuando calentamos o enfriamos lentamente en el rango de 590° C a 700° C.

Dureza: Es la oposición que ofrecen los materiales a la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, las deformaciones permanentes, etc.

Edgar Plastic Kaolin (EPK) ó Caolín: Es una arcilla blanca muy pura que se utiliza para la fabricación de porcelanas.

Entrepño: Placa de fibra cerámica que se utiliza en el horno para soportar el vidrio.

Ethan Stern: (1980 -) Comenzó estudiando cerámica en Nueva York, su obra está enfocada en la talla y el grabado en formas de vidrio abstractas enfocándose en la superficie y el color.

Fibra cerámica: Material refractario alto en alumina que se utiliza para aislamiento.

Frita: Vidrio granulado en varios tamaños.

Fusionado completo (full fuse): Fundido de dos o más piezas de vidrio en una sola, quedando la superficie del vidrio sin textura.

Gaffer: Es el líder, el jefe del taller de vidrio, generalmente es el que cuenta con más conocimiento, experiencia y habilidad.

Glass Alchemie: Fábrica de vidrio de Portland, Oregon, establecida en el 2000, fabrican vidrio de borosilicato (Boromax) en varilla, frita y tubo.

Guantes de Kevlar: Guantes fabricados a base de hilo Kevlar para protección contra temperatura y riesgos mecánicos.

Harvey K. Littleton: (1922 -) Nacido en Corning N.Y. es un profesor y artista de vidrio, su propósito era que el vidrio no fuera simplemente industrial sino también artístico.

Jeremy Bert: (1970 -) Artista originario de Montana, EUA, trabaja en Seattle y se especializa en letreros reciclados de neón a gran escala para crear su obra.

Jirí Harcuba: (1930 -) Grabador en vidrio de origen Checo, se especializa en el retrato, ha dado clases alrededor del mundo incluyendo Pilchuck Glass School, The Royal Academy of Art y Corning. Fundó la Dominik Biman School dedicada a la enseñanza de técnicas tradicionales del vidrio.

• **José Fernández Castrillo:** (1950 -) Español dedicado al vidrio arquitectónico, sus diseños son minimalistas y con una gama de color mínima, se especializa en el vidrio laminado y a la restauración de vitrales de iglesias.

Kevlar: Poliparafenileno tereftalamida, es una poliamida sintetizada por primera vez en 1965 Entre sus aplicaciones está la fabricación de cables, ropa resistente (de protección) o chalecos antibalas.

Kugler Colors: Fábrica de vidrios de color Friedrich GmbH que tiene sus raíces en Sudetenland, producen una amplia gama de vidrios de color, la cual se distribuye predominantemente en forma de varillas, tubos y fritas, cuentan con una gama de más de 170 colores. Todos los vidrios son elaborados artesanalmente.

Ladrillo K-23: Ladrillo refractario usado en el interior del horno.

Libensky - Brychtova: (1921 - 2002) - (1924 -) Pareja de artistas contemporáneos. Su obra, castings de vidrio de figuras geométricas y colores sutiles, se encuentra en museos como el Metropolitan Museum of Art y el Victoria & Albert Museum. Brychtova escultora y Libensky pintor, se conocieron en 1954 y trabajaron juntos hasta el 2002.

Lino Tagliapietra: (1934 -) Artista soplador de vidrio italiano nacido en la isla de Murano, empezó a trabajar el vidrio desde los 12 años de edad, en 1968 fue mastro de Dale Chihuly volviéndose una gran influencia en el American art glass studio movement, al igual que Pino Signoretto.

Michael Glancy: (1950 -) Originario de Detroit, EUA, en 1980 estudia una maestría en escultura en la Rhode Island School of Design donde conoce a Dale Chihuly. Se especializa en el electroforming sobre el vidrio. Ha dado clases en Pilchuck Glass School.

Millefiori: Mil flores, técnica para frabricar vidrio creando un patrón de pequeñas flores, similar a un estampado de flores.

Molde: Forma hecha con material refractario para moldear el vidrio en el horno.

Moretti: Es un vidrio soda lime suave, de coeficiente de expansión de 104, característico de Murano, ha estado en producción desde hace 100 años , debido al cambio de dueño de la fábrica, ahora se llama "Effetre."

Mosaicos: Por medio del ensamblaje de pequeñas piezas de vidrio de diferentes colores se crean imágenes para decoración.

Narcisus Quagliata: (1942 -) Nacido en Italia, alumno de Giorgio de Chirico, comenzó haciendo vitrales de estilo más contemporáneo para después revolucionar por completo la manera en que conocemos el vitral mezclando varias técnicas en una misma pieza.

• **Núcleo de Arena :** En el extremo de una barra se hacía un corazón de arena, se humedecía y se introducía en un crisol con vidrio fundido, luego se alisaba rodándolo sobre una superficie plana.

Obsidiana: Vidrio volcánico, es una roca ígnea volcánica perteneciente al grupo de los silicatos

Papel de fibra cerámica: Fibra cerámica delgada, usada para moldes y protección de entrepaños en el horno.

Pilchuck Glass School: Fundada en 1971 por Chihuly, escuela internacional, dedicada a la formación de artistas de vidrio.

Pino Signoretto: (1944 -) Maestro soplador italiano, alumno de Alfredo Barbini, comenzó trabajando en una fábrica de candelabros de vidrio. Alrededor de los 20 años obtiene el título de Maestro. Ha viajado alrededor del mundo dando clases y demostraciones. Se especializa en el vidrio soplado, esculpe sus piezas en caliente, su estilo es el hiperrealismo.

Polariscopio: Equipo de lentes polarizados, usado para identificar si existe tensión en un vidrio.

Programador: Control alfa-numérico que mide tiempo y temperatura del horno.

Punto de recocido (annealing point): Es la temperatura óptima para el recocido del vidrio.

Punto de suavizado (softening point): Es el punto en el cual el vidrio se suaviza y se dobla.

Punto de tensión (strain point): Temperatura límite donde puede manifestarse la tensión permanente.

Pyrex: Vidrio de borosilicato, es un tipo de vidrio más resistente que otros al choque térmico gracias a su bajo coeficiente de expansión.

Recocido (annealing): Proceso de enfriamiento lento del vidrio para prevenir la presencia de tensión permanente en el mismo.

Refractario: Material preparado para ser expuesto a temperatura.

Resistencias: Alambre de níquel y cromo en forma de espiral que produce calor.

Romero Gurman: (1951 -) - (1972 -) Pareja de artistas mexicanos dedicados al vidrio fusionado, se especializan en la fabricación de joyería de vidrio y plata. También cuentan con una escuela en la Ciudad de México donde enseñan diversas técnicas de vidrio.

Ruedas de diamante: Abrasivos de diamante, su presentación puede ser en discos o ruedas, de granos gruesos (80) a suaves (1600).

Schott: Fábrica de vidrio alemana, producen vidrio industrial de alta calidad, sus productos se ocupan en la industria: farmacéutica, energía solar, electrónica, óptica (Zeiss), automovilística, etc.

Shin Ichi y Kimiake Higuchi: Pareja de artistas japoneses contemporáneos, se especializan en la pasta de vidrio, su obra es muy detallada con una gran gama de color, generalmente representan formas de la naturaleza.

Sierra de diamante: Especial para corte de vidrio, siempre debe estar enfriada por agua.

Sílica: El óxido de silicio o dióxido de silicio (SiO_2) es un compuesto de silicio y oxígeno, llamado comúnmente sílice. Es uno de los componentes de la arena.

Silicón RTV: Es un tipo de silicón de caucho, ideal para la creación de moldes, reproduce hasta el mínimo detalle, resiste desde 200°C hasta 400°C .

Sinterizado(tack fuse): Proceso de unión por calor de dos o más vidrios sin llegar al fusionado total, quedando la superficie del vidrio con textura.

Spectrum: Fábrica de vidrio estadounidense, producen vidrio system 96, vidrio para interiores y para vitrales, las presentaciones que manejan son: nuggets, fritas, láminas, stringers, varillas, billets, etc.

Sylvia Laks: (1970 -)Originaria de Costa Rica, comenzó diseñando ropa. En 1986 inició su producción de vitrales especializándose en la grisalla, actualmente dirige un taller donde se llevan a cabo diversos proyectos, principalmente de vidrio.

Glosario

System 96: Vidrio de compatibilidad comprobada para que pueda funcionar tanto artística como técnicamente, diseñado para las técnicas de vidrio donde se necesita que éste se una por medio de calor, por ejemplo: fusionado, casting, soplado, y flamework.

Tensión (stress): Fuerza que ejerce compresión en un vidrio pudiendo romperlo, causada por un mal recocido o por fusionar vidrios incompatibles.

Termopar: Sensor para medir la temperatura dentro del horno.

Tiffany: Se refiere a la gran variedad de vidrios desarrollados y producidos desde 1878 a 1933 en Tiffany Studios, por Louis Comfort Tiffany, artista y diseñador norteamericano, él admiraba el vidrio Romano, Sirio y medieval. Patentó el vidrio d Favrile. Se especializó en los vitrales. Es asociado con el Art Nouveau.

Ulrica Hydman: (1938 -) Nacida en Suecia, es una artista del vidrio contemporáneo, se inició como ceramista, por muchos años ha trabajado en Kosta Boda a lado de su esposo Bertil Vallien. Se especializa en el dibujo, trabaja el esmalte sobre vidrio.

Uroboros: Fundada en 1973 por el artista de vidrio Eric Lovell, esta fábrica se ubica en Portland, Oregon, donde se dedican a la producción de vidrio artesanal compatible para uso artístico

Vaciado (casting): Proceso de verter vidrio fundido a un molde.

Vidriado: Compuesto de óxidos o minerales que se aplica sobre un soporte cerámico y luego se calienta a temperatura de fusión.

Vidrio Alcalino: Mejor conocido como soda lime, es el tipo de vidrio más común, usado para botellas, ventanas, contenedores, además del ámbito comercial es también usado en la mayoría de las técnicas artísticas.

Vidrio Bario: Este vidrio en lugar de tener plomo en su fórmula contiene carbonato de bario, incrementando el índice de refracción y su brillo.

Vidrio Biedermeier: El término Biedermeier no fue sólo aplicado al vidrio, era un estilo en general. El vidrio Biedermeier era cortado, grabado y esmaltado, representando escenas idílicas de la época.

Walter Lieberman: (1954 -) Artista de Nueva York, estudió arte en la escuela de Massachusetts, se especializa en pintura con esmaltes y grisalla sobre vidrio. Ha dado clases alrededor del mundo, compartiendo su conocimiento con las nuevas generaciones.

Yeso Hydroperm: Yeso industrial usado para la fundición de metal, fabricado por United States Gypsum Company (USG).

Zimmerman: Marca de vidrio alcalino de colores transparente u opalinos, este vidrio se usa para soplado y flamework.

Zona de recocido (annealing zone): Es el rango de temperatura empezando en el punto de reblandecimiento y terminando en el punto de tensión, generalmente entre 600° C y 315° C, dependiendo de la química particular del vidrio.

Glosario

Imagen pág. 5

Virtiendo vidrio con cucharón sobre molde de arena
2011

Imagen pág. 6

Molde de arena y sand cores
2011

Imagen pág. 11

Cera, silicón y contramolde de yeso.
2010

Imagen pág. 12

Mezclando el yeso para hacer el contramolde del silicón.
2010

Imagen pág. 17

Le Buteur Flamand
Alemania con copa de vidrio.
Grabado por P. Chenu después de una pintura hecha por David Teniers, Francia
1743.

Imagen pág. 19

Cabeza de Amenhotep II, retrato de vidrio más antiguo, casting del 1436-1411 A.C.

Imagen pág. 33

Horno listo para vaciado de vidrio a la cera perdida.
2011

Imagen pág. 35

Separando el silicón del modelo original.
2010

Imagen pág. 57

Virtiendo vidrio sobre molde de arena con sand core.
2011

Imagen pág. 59

Calentando con la antorcha la superficie del vidrio ya en el molde de arena.
2011

Imagen pág. 83

Escaleras, sand casting, la figura fue un sand core y el color esta dado por medio de esmaltes colocados en la base del molde.

Autor: Aline Romero
2011

Imagen pág. 84 y 85

Langui en el espacio, sand casting por medio de un sello hecho de resina se selló la arena y se colocaron inclusiones de cobre después de la primer vertida de vidrio, los cantos estan trabajados en frío.

Autor: Aline Romero
2011

Imagen pág. 86

Langui, sand casting
Nombre y figura fueron sand cores, el color esta dado por medio de esmaltes colocados en la base del molde.

Autor: Aline Romero
2011

Imagen pág. 87

Original y réplica de cera.
2010

Imagen pág. 89

Sosteniendo el tenis de vidrio
Autor: Aline Romero
2011

Imagen pág. 123 y 124

Tenis de vidrio, cera perdida
Autor: Aline Romero
2011

Imagen pág. 125, 126 y 127

Vaca Luna, vidrio a la cera
perdida.
Autor: Aline Romero
2011

pág. 128

Imagen 1

Preparando los contramoldes
de yeso para el silicón.
2010

Imagen 2

Retocando la cera
2010

Imagen 3

Molde de arena, sand core y
esmaltes.
2011

pág. 129

Imagen 4

Molde de arena con vidrio
vertido, calentando superficie
2011

Imagen 5

Molde de arena con sand
core y esmaltes, listo para el
vertido del vidrio.
2011

pág. 130

Imagen 6

Virtiéndolo vidrio
2011

Imagen 7

Vertido y colado de cera en
moldes de silicón
2010

Imagen 8

Molde de arena y sand cores
2011

Imagen 9

Originales y ceras.
2010

pág. 131

Imagen 10

Modelo original de plastilina.
2010

Imagen 11

Cera del original
2010

Imagen 12

Vidrio a la cera perdida
2011

Imagen 13

Molde de arena listo, sand cores y esmaltes.
2011

Imagen 14

Preparando artesas para el vaciado del yeso del molde final.
2011

Imagen 15

Preparando horno para vaciado de vidrio, cera perdida.
2011

Imagen 16

Abriendo moldes de yeso con vidrio adentro.
2011

Imagen pág. 132

Vaciando vidrio a molde de Bertil Vallien.
2011

Imagen pág. 133

Moldes de silicón y sand cores.
2011

Imagen pág. 135

Langui, sand casting
Nombre y figura fueron sand cores, el color esta dado por medio de esmaltes colocados en la base del molde.
Autor: Aline Romero
2011

Imagen pág. 137

Langui, atrapado en el tiempo, sand casting, figura hecha con un sand core.
Autor: Aline Romero
2011

Imagen pág. 139

Escaleras, sand casting, la figura fue un sand core y el color esta dado por medio de esmaltes colocados en la base del molde.
Autor: Aline Romero
2011
Imagen pág. 141
Tenis de vidrio, cera perdida
Autor: Aline Romero
2011

Imagen pág. 143

Quihubo mano, vidrio a la cera perdida, leds y metal.
Autor: Aline Romero
2011

9. Bibliografía

166

- o Alan Goldfarb, *Sesion 5 Master Pieces*, USA, Pilchuck Glass School, 1991, p.p. 310.
- o Boyce Lundstrom, *Glass Casting and Mold Making*, USA, Vitreous Publications, 1989, p.p. 143.
- o Boyce Lundstrom, *Kiln Firing Glass*, USA, Vitreous Publications, 1983, p.p. 137.
- o Chloe Zerwick, *A short history of glass*, USA, The Corning Museum of Glass, 1980, p.p. 95.
- o Dan Klein, *Artists in Glass*, Great Britain, Mitchell Beazley, 2001, p.p. 240.
- o Dudley F. Giberson, Jr. *A Glassblower's Companion*, USA, The Joppa Press, 1998, p.p. 136.
- o Edward T. Schmid, *Advanced Glassworking Techniques*, USA, Glass Mountain Press, 1997, p.p. 320.
- o Eliseo Garza Salinas, *Cristalomancia Arte contemporaneo en vidrio*, México, Centro de Arte Vitro 1992, p.p. 214.

- o Florence Slitine, *Historie Du Verre L'Antiquité*, France, Massin, 2005, p.p. 173
- o Henry Halem, *Glass Notes A referente for the glass artist*, USA, Library of Congress, 1997, p.p. 292.
- o Homer L. Hoyt, *Glassblowing an introduction to Solid and Blown Glass Sculpturing*, USA, Crafts & Arts Publishing Co. Inc., 1989, p.p. 267.
- o Jana & Ann Enomoto, *Chihuly Putti*, USA, Portland Press, 2009, p.p. 110.
- o Jennifer Hawkins Opie, *Chihuly At the V&A*, USA, Portland Press, p.p. 149.
- o Keith Cummings, *Contemporary Kilnformed Glass*, USA, Bullseye Glass Co, 1992, p.p. 103.
- o Keith Cummings, *Techniques of Kiln-formed Glass*, USA, Penn/Black, 1997, p.p. 176.
- o Museo Franz Mayer, *Catálogo, Finlandia vanguardia en el vidrio*, México, Museo de Historia Mexicana, Finlands Glasmuseum, 2003, p.p. 141.

Bibliografía

168

- Mark Lyman, Celebrating ten years, New York, SOFA, 2007, p.p. 220.
- Niklas Radstrom, Huvudbok Bertil Vallien, Sweeden, KAMRAS & KAMRAS, 1997, p.p. 155.
- Peter West, Chihuly in the Hotshop, USA, Portland Press, 2007, p.p. 144.
- Scholes & Greene, Modern glass practice, USA, CBLS, 1935, p.p. 493.

Agradecimientos

A Romero Gurman, Pablo Luna, Bertil Vallien, Norman Courtney, Pilchuck Glass School, la Escuela Nacional de Artes Plásticas (UNAM) y Margarito Leyva, por compartir su conocimiento, por su apoyo y paciencia.

Créditos de ilustraciones y fotografía

Aline Romero Fernández.

