



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**PISOS EPÓXICOS 100% SÓLIDOS**

**TESINA VÍA CURSOS DE EDUCACIÓN CONTINUA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA  
JOSÉ CARLOS ULLOA FONSECA**



**MÉXICO, D.F.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** DR. FRANCISCO JAVIER RODRÍGUEZ GÓMEZ.

**VOCAL:** Ing. Marina Estévez Gallardo.

**SECRETARIO:** Dr. Flavio Salvador Vázquez Moreno.

**1er. SUPLENTE:** Ing. Carlos Alberto Lara Zúñiga.

**2° SUPLENTE:** Ing. Jorge Rafael Martínez Peniche.

**ASESOR DEL TEMA:**  
ING. MARINA ESTÉVEZ GALLARDO.

**SUSTENTANTE:**  
JOSÉ CARLOS ULLOA FONSECA.

<b>ÍNDICE</b>	<b>3</b>
<b>Prólogo.</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 1 Introducción.</b>	<b>8</b>
1.1.- Resinas bisfenólicas.	8
1.2.- Antecedentes.	8
1.3.- Elaboración de resina bisfenólica "A".	9
1.4.- Usos de las resinas bisfenolicas	10
1.5.- Elaboración de una resina epóxica. .	10
1.6.- Curado del epóxico con una diamina. (Agente curante)	14
1.7.- Grado de polimerización y peso molecular.	17
1.8.- Relaciones estequiométricas.	18
1.9.- Resinas epóxicas para elaboración de pisos	20
1.10.- Agentes curantes o endurecedores	21
Aminas alifáticas.	
Cicloalifáticas.	
Amidoaminas.	
Poliamidas.	
Catalizadores iónicos.	
Tabla ilustrativa de propiedades de los agentes curantes	23
<b>Capítulo 2.- Características que se deben de tomar en cuenta para seleccionar un piso epóxico.</b>	<b>24</b>
2.1.- Guía de selección de un piso.	24
2.2.- Características.	25
2.2.1.- Libre de olores y solventes.	
2.2.2.- Resistencia a la abrasión y el desgaste.	
2.2.3.- Resistencia al impacto, caída de herramienta y equipo	
2.2.4.- Resistencia a productos químicos y solventes.	
2.2.5.- Resistencia a cambios de la temperatura.	
2.2.6.- Peso del sistema por m <sup>2</sup> instalado, muy ligero.	
2.2.7.- Textura del acabado al tacto.	
2.2.8.- Monolítico sin juntas.	
2.2.9.- Factor de antiderrapancia o antideslizamiento.	
2.2.10.- Características asépticas y de limpieza.	

2.2.11.- Resistencia al lavado e impermeabilidad a los líquidos.	
2.2.12.- Retardo pasivo a la acción del fuego.	
2.2.13.- Características conductivas ESD ( <i>electrostatic discharge</i> ).	
2.2.14.- Resilentes y silenciosos.	
2.2.15.- Flexibles.	
2.2.16.- Velocidad de curado.	
2.2.17.- Resistencia a la radiación ultravioleta.	
2.2.18.- Confortables.	
2.2.19.- Variedad de colores.	
2.2.20.- Aplicación sobre pisos verdes.	
2.2.21.- Aplicación sobre pisos mal colados y/o desnivelados.	
2.3.- Formulación teórica.	36
<b>Capítulo 3.- Pintura o recubrimiento epóxico.</b>	<b>37</b>
3.1.- Definiciones, tiempo de secado.	37
Velocidad del endurecedor.	
Temperatura del epóxico.	
Volumen de la mezcla.	
3.2.- Control del tiempo de curado.	39
Tiempo de trabajo.	
Tiempo de curado.	
3.3.- Etapas de curado de los epóxicos.	40
Estado líquido.	
Estado de gel.	
Estado sólido.	
3.4.- Pesado y mezclado.	41
3.5.- Propiedades de las resinas epóxicas.	41
3.6.- Proceso para la aplicación de pisos epóxicos	42
3.7.- Limitaciones de los espesores de película.	43
3.8.- Epóxicos que curan a baja temperatura.	43
3.9.- Técnicas para aplicaciones de epóxicos a bajas temperaturas	46
<b>Capítulo 4.- Elaboración de morteros.</b>	<b>47</b>
4.1.- Agregados para fabricar plastes y morteros.	47
4.2.- Proporciones de agregados para fabricar un mortero.	48
4.3.- Tipos de agregados.	48
4.4.- Relaciones de agregados para plastes y morteros.	48

4.5.- Mecánica de la preparación de morteros.	49
4.6.- Fabricación y aplicación de mortero epóxico en pisos.	51
4.7.- Rellenador epóxico (grout) para corregir imperfecciones.	52
4.8.- El acabado del mortero.	52
4.9.- Zoclos higiénicos de curvatura $R = 5$ cm y mayores.	53
4.10.- Aditivos y pigmentos.	54
<b>5.- Preparación de las superficies.</b>	<b>55</b>
5.1.- Superficies limpias.	55
5.2.- Superficies secas.	56
5.3.- Perfil de anclaje.	56
5.4.- Enlace primario/secundario.	57
5.5.- Preparación de superficie con presencia de empañamiento ( <i>Blushing</i> ).	57
5.6.- Pintando sobre epóxicos.	58
5.7.- Sustratos comunes de pisos.	58
5.7.1.-Concreto.	
5.7.2.-Asfalto.	
5.7.3.-Mosaico.	
5.7.4.-Hormigón.	
5.7.5.-Cerámica porcelanizada.	
5.7.6.-Acero.	
5.8.- Aplicación de imprimante (primario).	60
5.9.- Barrera anti humedad.	60
Cisternas.	
Albercas.	
Tanques.	
5.10.- Tratamiento contra la ósmosis.	61
<b>Capítulo 6.- Manejo de los epóxicos.</b>	<b>62</b>
6.1.- Seguridad de los epóxicos.	62
6.2.- Peligros.	62
6.3.- Precauciones.	62
6.4.- Limpieza.	63

<b>7. - Conclusiones.</b>	<b>66</b>
<b>Apéndice 1</b>	
Hoja de datos de seguridad de los materiales, MSDS (Material Safety Data Sheet).	69
<b>8. – Referencias bibliográficas</b>	<b>84</b>

# PRÓLOGO.

Objetivos:

1.- Mostrar el uso de las resinas epóxicas en la fabricación de pisos de alto desempeño, con resinas exclusivamente libres de solventes 100% sólidas, con valores de compuestos orgánicos volátiles (VOC) sumamente bajos, que sean amigables con el medio ambiente, que eviten al cambio climático y que no se dañe la capa de ozono.

2.- Se estudiarán las propiedades de las resinas epóxicas y de los múltiples agentes curantes, se aprenderá a realizar los cálculos estequiométricos, para lograr dosificaciones exactas, se conocerá el manejo de los materiales, las normas de seguridad, que deberán ser observadas en el manejo de las resinas y sus agentes curantes, los pasos para la limpieza y preparación de superficies, así como las condiciones de humedad, temperatura de rocío, temperaturas del medio ambiente y sus efectos en el curado de los polímeros epóxicos.

3.- Se diseñarán pisos de múltiples características, que resolverán las más complicadas especificaciones, ya sea por capacidad de carga, por espesores de película, por resistencia a la fricción, a la acción de los solventes, los ácidos, los álcalis, los compuestos corrosivos, los oxidantes, los conductivos, los aislantes, áreas con humedad, o para áreas frías de frigoríficos y congeladores, inclusive trabajos submarinos. Con la gran variedad de sistemas epóxicos que se presentarán, se logrará realizar infinidad de proyectos, desde los pequeños trabajos domésticos, hasta los de alta ingeniería.

# CAPÍTULO I

## 1.- INTRODUCCIÓN.

### 1.1.- Resinas bisfenólicas.

El Bisfenol A<sup>(1)</sup> comúnmente abreviado como BPA, es un compuesto orgánico, con dos grupos funcionales fenol, su fórmula es  $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_2$  es un sólido blanco, soluble en solventes orgánicos, con una densidad de 1.2 kg/l, con un punto de fusión de 159 °C y de ebullición de 220 °C su número CAS 80-05-7. <sup>(2)</sup> Es un compuesto (monómero) di-funcional para la fabricación de muchos importantes plásticos y aditivos así como parte inicial para la fabricación de las resinas epóxicas.

### 1.2.- Antecedentes

El Bisfenol-A, fue producido por primera vez por Aleksandre Dianin, <sup>(3)</sup> químico ruso en 1891. El bisfenol A fue introducido a Estados Unidos y fabricado por primera ocasión en 1927, por el Dr. Pierre Castan, <sup>(4)(5)</sup> originario de Suiza y el estadounidense Dr. S. O. Greenlee <sup>(6)</sup>. Otros historiadores señalan que un científico de nombre Linderman, sin más datos, por la misma fecha del químico ruso Dianin, también la descubrió y elaboró y que fue P. Schlack <sup>(7)(8)</sup> el que la patentó en 1934. Para 1936 la compañía Ciba-Geigy que estaba licenciando al Dr. Pierre Castan ya estaba comercializándola con el nombre de Araldit.<sup>(9)</sup> Por su parte el Dr. Greenlee, fue a parar a una pequeña empresa, que después fue comprada por Shell<sup>(10)</sup> (Royal Dutch Shell).

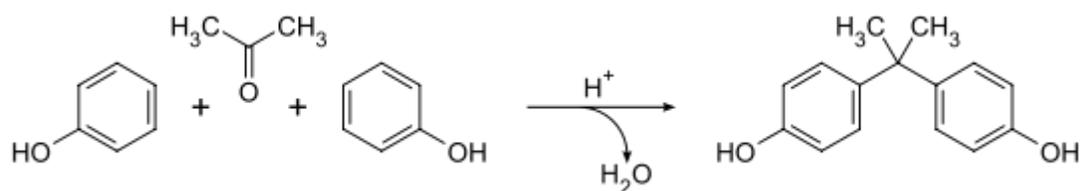
Así fue la introducción de las resinas epóxicas a Estados Unidos, durante la década de los 40`s y con total auge en los años 50`s, encontrando una excelente aceptación en la fabricación de pinturas y elaboración de plásticos. Pero desde su presentación tuvo muchas controversias por cuestiones de salud, con la sospecha de ser dañino para los humanos, desde la década de los 30`s. Desde ese momento se dio inicio al estudio intensivo sobre los riesgos, <sup>(11)(12)</sup> acerca del uso del bisfenol-A, <sup>(13)</sup> en productos de consumo humano, <sup>(14)</sup> por lo que han sido

presentados en los medios de comunicación los resultados de las investigaciones, sin que ellos reporten daños contundentes por su uso. Varios gobiernos emitieron informes cuestionando la seguridad, pero aun así su uso se ha intensificado, las reglamentaciones de salud han sido acatadas y no se han demostrado daños significativos a la salud, con el uso en pisos, fabricados con resinas bisfenólicas “A” y epoclorhidrina que da como resultado, las resinas epóxicas. El departamento de ecología de Canadá <sup>(15)</sup> en septiembre del 2010 declaró al BPA como una sustancia tóxica.

En los pisos industriales, las resinas bisfenólicas A, han generado más beneficios que perjuicios, de tal forma que eliminó el uso de mayolitas, azulejos y cerámicas en los muros y pisos de los quirófanos, en laboratorios productores de fármacos y vacunas para humanos y animales, así como también en las fábricas de productos alimenticios, cocinas industriales y áreas de preparación de alimentos de consumo humano, evitando las juntas de las losetas modulares que propician la introducción y alojamiento de micro organismos y su proliferación.

### 1.3.- Elaboración de resina bisfenólica “A”.

Se prepara mediante la condensación de la acetona, de ahí el sufijo “A” <sup>(16)</sup> con dos equivalentes de fenol.<sup>(17)</sup> La reacción es catalizada con ácido clorhídrico (HCl). Normalmente se usa una gran cantidad de fenol para asegurar su completa condensación tal y como se observa en la siguiente reacción:



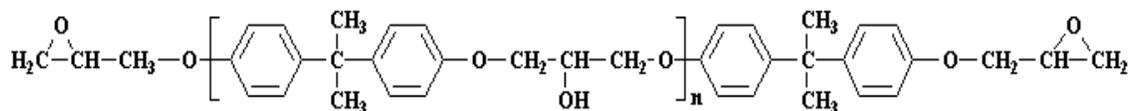
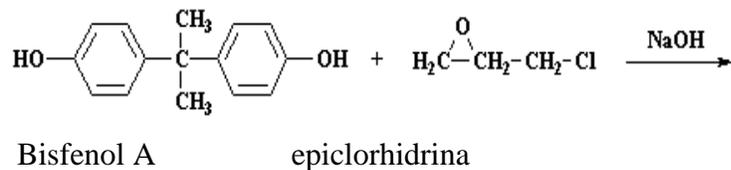
Dos moléculas de fenol se combinan con acetona en un medio ácido y dan como producto el bisfenol A + agua como subproducto.

#### 1.4.- Uso de las resinas bisfenólicas.

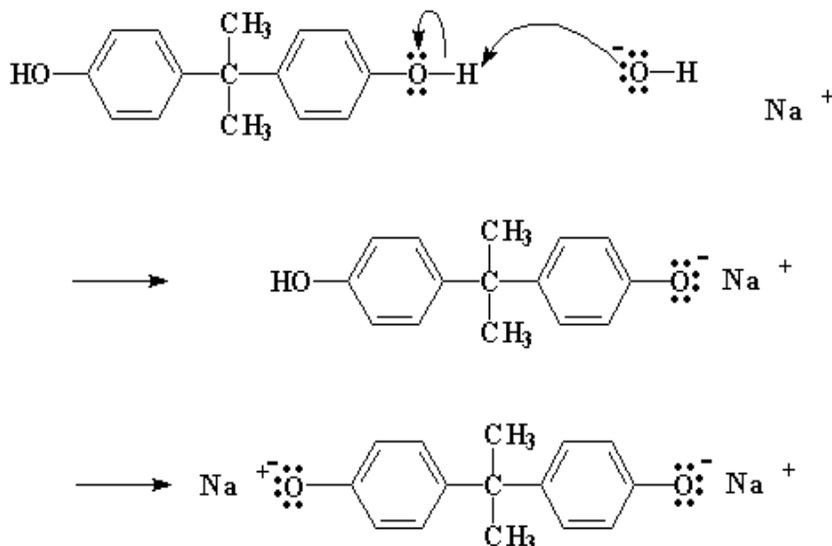
El Bisfenol-A es un monómero clave en la producción de resinas epóxicas<sup>(18)</sup> y en la fabricación de policarbonato inastillable, para techumbres y envases.

#### 1.5.- Elaboración de resina epóxica:

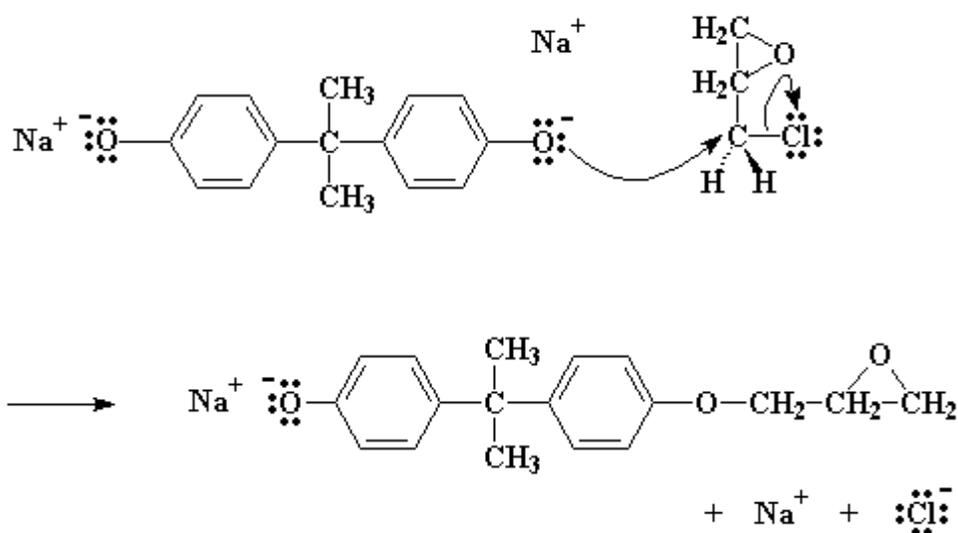
Se obtendrá el prepolímero por medio de bisfenol A y epiclorhidrina.<sup>(19)</sup>



La reacción transcurre de esta forma: Lo primero que sucede, es que el NaOH hace una sal sódica con el bisfenol A, como se muestra en las siguientes reacciones:



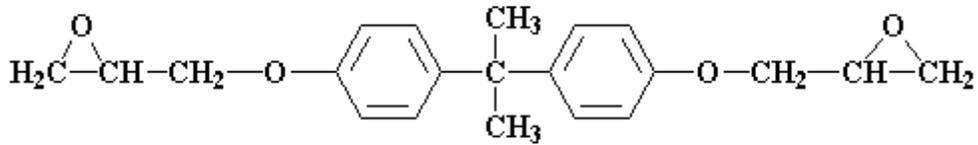
Se puede apreciar que la sal tiene un oxígeno con tres pares de electrones sin compartir. Por lo tanto este oxígeno especial quiere compartir sus electrones con otros átomos. En la epiclorhidrina, encuentra un átomo de carbono que podría usar esos electrones. Ese átomo es el carbono vecino al cloro. Se supone que debería ser el cloro el que compartiera un par de electrones con ese carbono, siendo tan electronegativo, es el cloro el que tiene que tomar ese par.



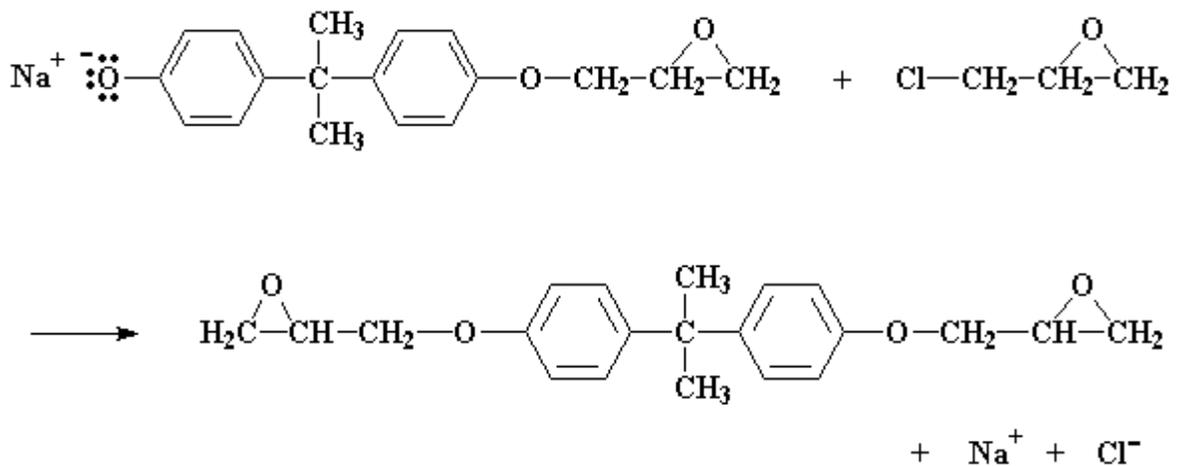
Por lo tanto el oxígeno, donará un par de sus electrones al carbono. Claro que el carbono sólo puede compartir cuatro pares de electrones por vez, por lo que si quiere tomar el par del oxígeno, otro par deberá irse. Se deshace del par que compartía con el cloro y libera éste fuera de la molécula.

Al final de esta reacción terminamos con una molécula similar al bisfenol A, sólo que posee un único grupo epóxico. Y también obtenemos NaCl.

Estos prepolímeros pueden ser tan pequeños como este o llegar a formar cadenas de 25 prepolímeros.

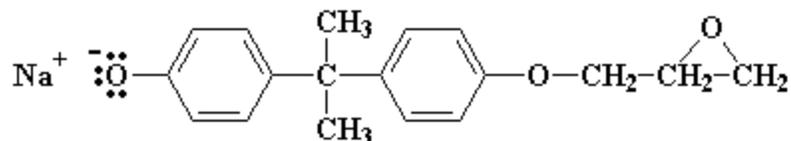
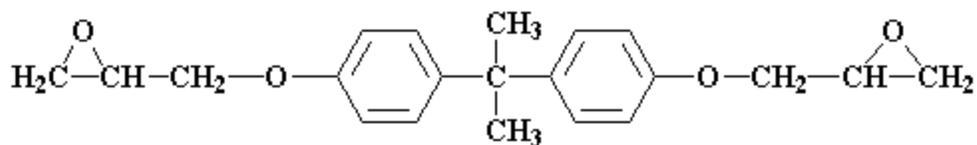


El tamaño del prepolímero depende de la relación epiclorhidrina - bisfenol A en la mezcla de reacción. Supóngase que fijamos dicha relación en dos moléculas de epiclorhidrina por cada molécula de bisfenol A. Veamos qué sucede:

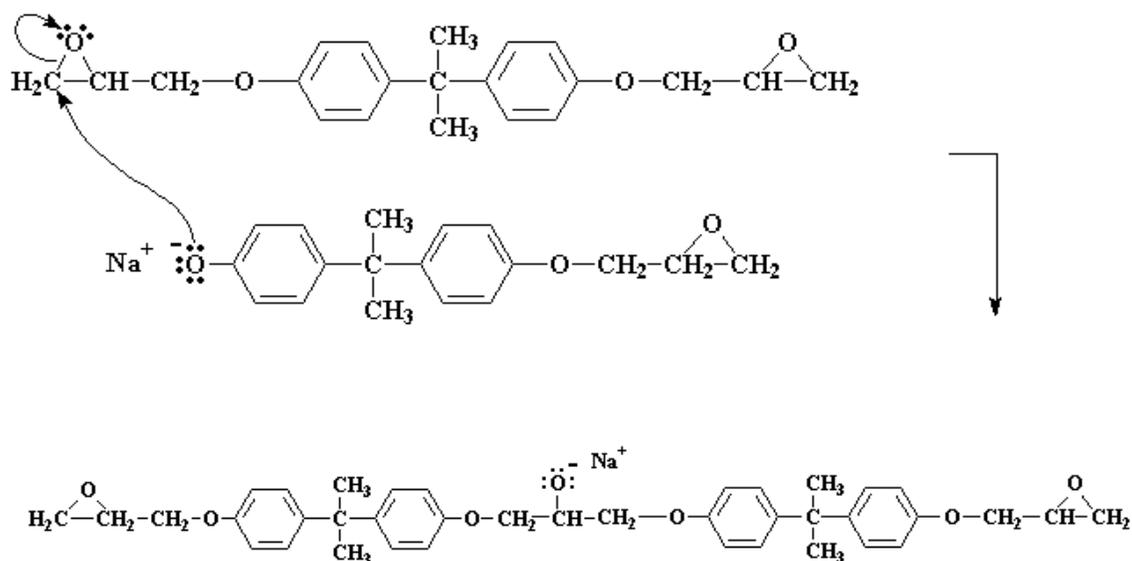


Es decir, también se obtendrá un grupo epóxico en el otro extremo. La reacción entonces se detiene, dado que no queda más sal sódica de bisfenol A para reaccionar.

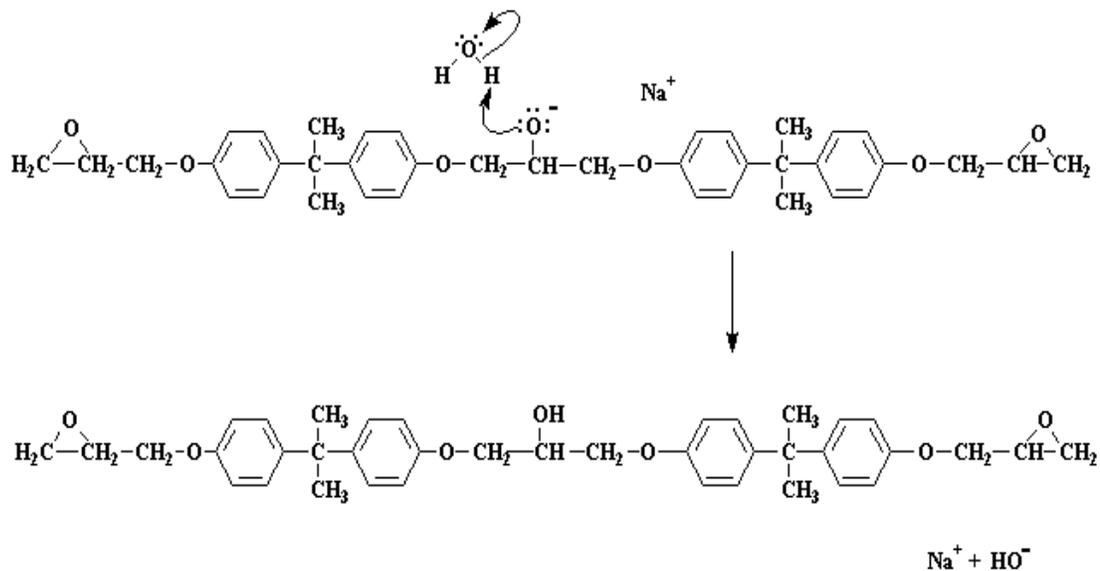
Si hay menos de dos moléculas de epiclorhidrina por cada molécula de bisfenol A. No toda la sal sódica de bisfenol A podrá reaccionar con la epiclorhidrina. Obsérvese que la relación es ahora de tres moléculas de epiclorhidrina por cada dos moléculas de bisfenol A. Cuando todas las moléculas de epiclorhidrina hayan reaccionado, tendremos una mezcla 50:50 de estas dos moléculas:



Estas dos moléculas pueden reaccionar entre sí para dar lugar a esta otra:



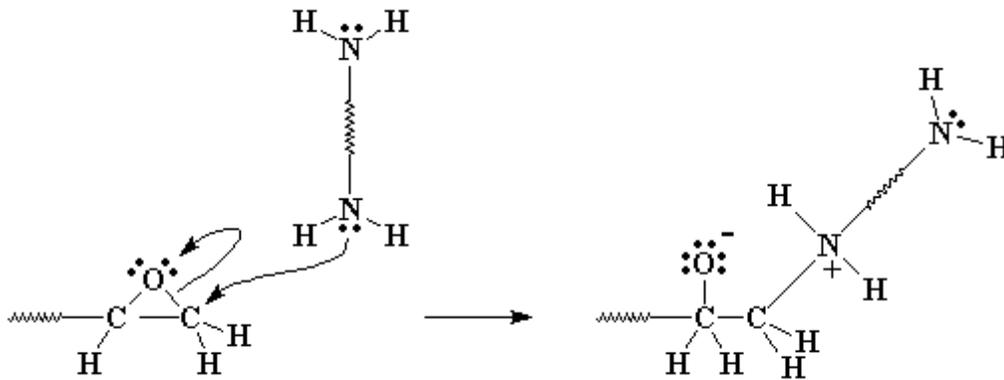
Ahora se tiene un dímero,<sup>(20)</sup> que resulta ser una sal sódica. Tengamos en cuenta la carga negativa que hay sobre el átomo de oxígeno. Cuando aparece una molécula de agua (Antes se formaron muchas moléculas de agua cuando se hizo la sal sódica de bisfenol A). Un par electrónico del oxígeno atacará a uno de los hidrógenos del agua.



El oxígeno forma un grupo alcohol y otra vez se obtendrá NaOH. Cuanta más epíclorhidrina tengamos con respecto a la sal de bisfenol A, mayor será el oligómero,<sup>(21)</sup> que obtendremos.

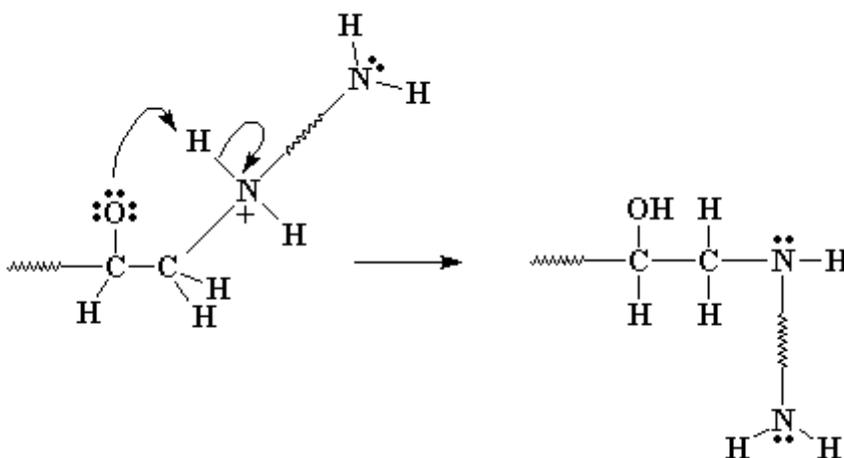
### 1.6.- Curando del epóxico con una diamina.<sup>(22)</sup> (Agente curante).

Una vez que se obtuvieron los prepolímeros epóxicos, los uniremos. Esto se realizará mediante el agregado de una diamina<sup>(23)</sup>. La diamina reaccionará con los grupos epóxicos de los extremos del prepolímero. Los pares de electrones de los grupos amino verán esos grupos epóxicos se sabe que el oxígeno del epóxico, siendo tan electronegativo, está atrayendo todos los electrones de los átomos de carbono vecino. Por lo tanto los grupos amino observan esos átomos de carbono que pueden donarle fácilmente sus electrones al átomo de carbono que está en el extremo de la molécula.



Cuando lo hacen, el carbono abandona los electrones que compartía en forma no equitativa con el oxígeno. El enlace entre el carbono y el oxígeno se rompe y se forma uno nuevo entre el carbono y el nitrógeno de la amina. Por lo tanto nos queda una carga negativa sobre el oxígeno y una carga positiva sobre el nitrógeno.

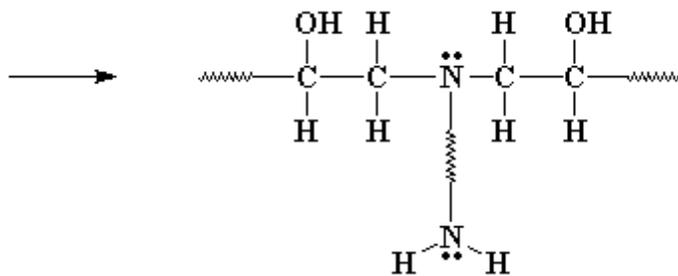
Al oxígeno le gustan los electrones, pero tiene tres pares que no comparte con ningún otro átomo. Por lo tanto uno de esos pares de electrones sin compartir busca algo con qué unirse y encuentra el hidrógeno unido al nitrógeno positivo. Estos electrones entonces atacan a ese hidrógeno.



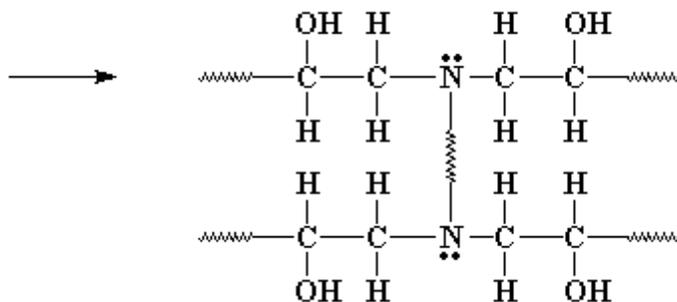
Cuando atacan, forman un enlace con el hidrógeno y éste se separa del nitrógeno, dejando su electrón. Este se encarga de esa carga positiva, dejando al

nitrógeno neutro. Y obviamente, el oxígeno también queda neutro, ya que ganó un protón y ahora forma un grupo alcohol.

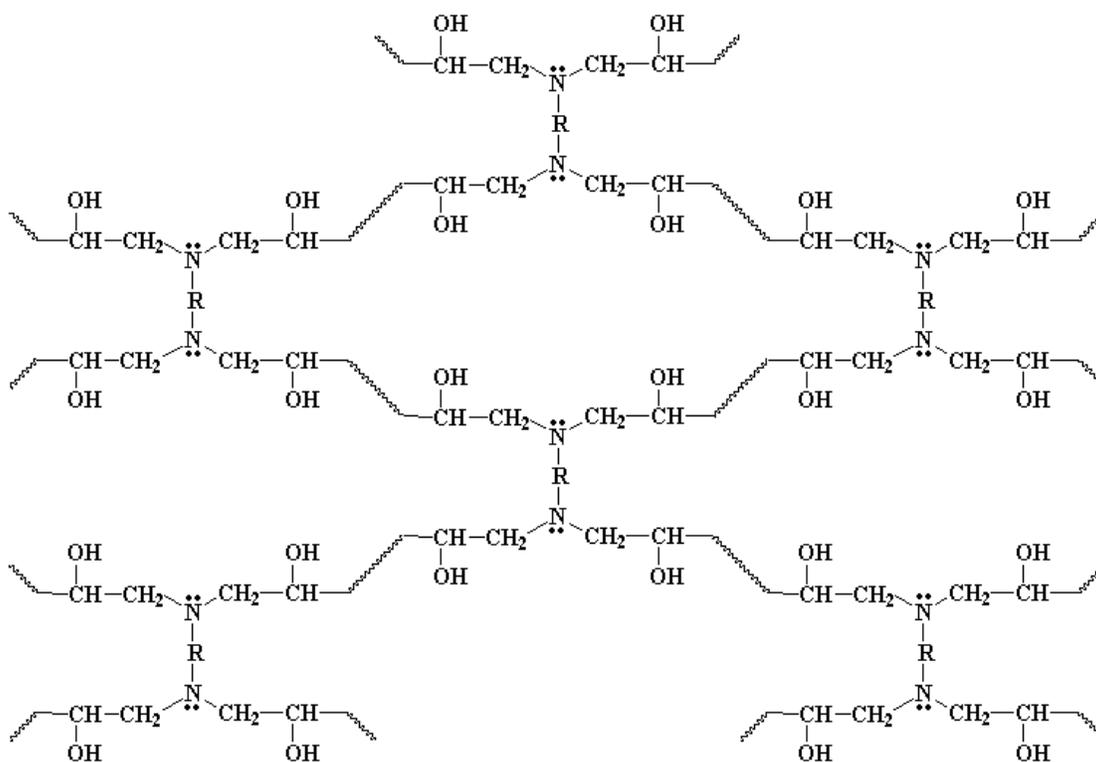
El grupo amino aún tiene un hidrógeno de sobra y puede reaccionar con otro grupo epóxico, exactamente de la misma manera. De acuerdo a cuántos hidrógenos tenga la amina, el mismo número de grupos epoxi podrán reaccionar con éstos. Esto es lo que se obtendrá finalmente:



Se está usando una diamina, por lo que los grupos amino, del otro extremo de la diamina, pueden también reaccionar con dos grupos epóxico. En definitiva, obtenemos finalmente cuatro prepolímeros epóxicos, unidos a una sola molécula de diamina.



Los otros extremos de los prepolímeros epóxicos están unidos a otras moléculas de diamina. De este modo, todas las moléculas de diamina y todas las moléculas de epóxico se unen formando una sola molécula gigante<sup>(24) (25)</sup> en una red entrecruzada. Esa red es algo parecido a esto:



### 1.7.- Grado de polimerización <sup>(26)</sup> y peso molecular.

El grado de polimerización que se obtiene en la fabricación de la resina epóxica, puede variar desde  $n=0$  hasta  $n=12$ . Según la proporción de los reaccionantes, se forman mezclas variables de resinas de alto y bajo peso molecular. La parte repetida de la molécula tiene un peso molecular de 284 g/mol. De ahí los pesos de las moléculas que se forman, de acuerdo a su grado de polimerización “n”, estas moléculas serán:

$n = 0$ ; P.M. = 340 g/mol	P.M. = peso molecular
$n = 1$ ; P.M. = 624 g/mol	
$n = 2$ ; P.M. = 908 g/mol	
etc.	

Cuando el peso molecular es superior a 908 g/mol, son resinas en estado sólido, mientras que resinas con menor peso molecular, son líquidas o semisólidas.

Las resinas comerciales, son mezclas de diferentes tipos de moléculas, con diferentes pesos moleculares, de manera que suele conocerse el peso molecular promedio, pero no la distribución de los oligómeros en la muestra.

### 1.8.- Relaciones estequiométricas<sup>(27)</sup> .

#### **Cálculo de la relación estequiométrica <sup>(28)</sup> para las resinas epóxicas y sus endurecedores (agente curante).**

Para obtener propiedades óptimas, entre los epóxicos y los diferentes endurecedores es necesario que reaccione la resina epóxica y el agente curante o endurecedor en cantidades estequiométricas, las que se calculan de la siguiente manera:

#### **I.- Cálculo del peso equivalente del hidrógeno amínico (peHa) del endurecedor usando la formula siguiente:**

**peHa = peso molecular de la amina/ número de hidrógenos activos.**

Para calcular el peso molecular de la amina, hay que contar el número de átomos, de cada elemento contenidos en la molécula y multiplique por los pesos atómicos correspondientes, por ejemplo la trietiltetramina (TETA).<sup>(29)</sup>



Contiene:

6 átomos de carbón cuyo peso atómico es 12 g/mol      6 X 12 =72 g/mol

4 átomos de nitrógeno con peso atómico 14 g/mol      4 X 14 = 56 g/mol

18 átomos de hidrógeno de peso atómico 1 g/mol      18 X 1 = 18 g/mol

Peso molecular de la amina (TETA) = **146 g/mol**

Los hidrógenos activos en la molécula de esta amina, son aquellos que se encuentran unidos a los nitrógenos, solamente 6 de los 18 hidrógenos, de la molécula de la amina TETA, son hidrógenos activos:

$$pe\ Ha\ (TETA) = 146\ g/mol / 6\ da\ como\ resultado\ 24.3\ g/mol$$

## II.- Cálculo de %hr porcentaje de uso del endurecedor (*hr = hardner*) de las aminas por cada 100 g de resina.

Para este cálculo se usará la siguiente fórmula. Se deberá tener en cuenta que el peso equivalente epóxico de una resina líquida comercial de uso general es de 190 g/mol promedio por lo que tendremos:

$$\%hr\ de\ amina\ TETA = peha\ X\ 100 / peer.$$

$$También: phr\ de\ TETA = peha\ x\ 100/ peer.$$

**Nota:** %hr = phr (*per hundred resin*).

peHa= peso equivalente de hidrógenos activos.

peer= peso equivalente epóxico de la resina.

Porcentaje de endurecedor = peso equivalente del H activo/peso eq. epóxico de la resina.

$$\%hr\ de\ amina\ TETA\ (phr) = 24.3\ g/mol\ X\ 100/ 190\ g/mol = 12.8\ \%$$

## III.- Cálculo del peso equivalente epóxico (pee), de una mezcla de resinas.

Cuando se requiere dar características especiales a un proyecto. Considérese el siguiente ejemplo: Se desea un piso autonivelado que requiere siempre tiempos de curado largo, pero solo se dispone de 24 horas para ponerlo en funciones. En este caso se puede incluir en la formulación, un endurecedor que incremente la velocidad de reacción, para poder entregar el proyecto en tiempo. De igual manera se puede incrementar el uso de un endurecedor adicional, calculado estequiométricamente, para obtener mayor flexibilidad y resistencia al impacto, formulándose un producto final, de características propias y adecuadas a un uso específico. En forma semejante se hacen variaciones también en los tipos de resina, ya que cada una aporta características especiales. En todos estos

casos, es necesario hacer los cálculos matemáticos adecuados, para los endurecedores o para las resinas. Esto se verá claro con el siguiente ejemplo:

Resina A	100 partes	pee promedio	190 g/mol
Resina B	100 partes	pee promedio	240 g/mol
Resina C	40 partes	pee promedio	290 g/mol

La resina C puede ser una resina C<sub>12</sub> – C<sub>14</sub> mono-glicidil éter.

Se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Pee de una mezcla de resinas} = \frac{\text{peso total de las resinas A+B+C}}{\text{peso A/peeA} + \text{peso B/peeB} + \text{peso C/peeC}}$$

El peso total = es la suma de las partes A + B + C = 240 g

$$\text{Pee de una mezcla de resinas} = \frac{240 \text{ g}}{\left[ \frac{100 \text{ g}}{190 \text{ g/mol}} \right] + \left[ \frac{100 \text{ g}}{240 \text{ g/mol}} \right] + \left[ \frac{40 \text{ g}}{290 \text{ g/mol}} \right]}$$

$$\text{Pee de una mezcla de resina} = \frac{240 \text{ g}}{1.08 \text{ mol}} = \text{PeeR's} = 222 \text{ g/mol}$$

$$\% \text{hr de amina (TETA)} = \frac{\text{peHa} \times 100}{\text{peeR's}} = \frac{24.3 \text{ g/mol} \times 100}{222 \text{ g/mol}} = 10.95 \%$$

### 1.9.- Resinas epóxicas para elaboración de pisos<sup>(30)</sup>.

Las resinas epóxicas a base de bisfenol A, son las más utilizados por tener resistencias adecuadas y más económicas, entregando buenos resultados en su uso, tanto en ambientes domésticos como industriales.

Cuando se requiere un alto desempeño específicamente en resistencia química las resinas epóxicas a base de bisfenol F<sup>(23)</sup> y Novolac<sup>(24)</sup> son las más recomendadas por su excelente desempeño. .

Si se requiere que sean autoexinguibles, intumescentes o sublimantes, las resinas modificadas como la Tetrabromobisfenol A <sup>(33)</sup> serán las recomendadas.

Y por último, si se desea un comportamiento flexible y resistente al amarillamiento, las resinas epóxicas alifáticas de largas cadenas lineales, serán las mejores en este tipo de aplicaciones y usos.

#### **1.10.- Agentes curantes o endurecedores.**<sup>(34)</sup>

Los agentes curantes son clasificados en dos grupos, los compuestos con hidrógenos activos y los llamados catalizadores iónicos que tienen las siguientes características:

**a.-** Compuestos con hidrógenos activos son todos aquellos que curan por reacción de poliadición y son los mas usados en la fabricación de pisos, en esta clasificación tenemos los siguientes agentes curantes.

**Aminas alifáticas.-** Las aminas alifáticas, son de alta reactividad, con rápidas velocidades de curado a temperatura ambiente y en bajas temperaturas aún con presencia de humedad. Tienen una resistencia razonable a la retención de color, buena resistencia química (particularmente a los solventes). Son utilizadas con buen desempeño en curados a altas temperaturas, con buenas propiedades eléctricas y mecánicas.

**Aminas cicloalifáticas.-** Curan a bajas temperaturas 5°C, en presencia de humedad, con buen brillo y buena resistencia al empañamiento (blushing), buen color Gardner y buena retención de color. Su adherencia es buena y también su resistencia química, existen con características de curado y tiempo de trabajo (*pot life*), muy amplio, con buen comportamiento en aplicaciones con alta temperatura y buenas propiedades eléctricas y mecánicas.

**Amidoaminas.-** Tienen bajas viscosidades, presentan muy buena adhesión a sustratos como el concreto, curando aún en presencia de humedad. Las amidoaminas modificadas, presentan rápidas velocidades de curado y buena

resistencia química, siendo muy utilizadas en la ingeniería civil, inyección de morteros en muros de concreto, pisos, rellenos, etc.

**Poliamidas.**- Curan a temperatura ambiente, tienen buena flexibilidad y dureza, tienen alta viscosidad y de amplio tiempo de trabajo (*pot life*), buena resistencia al agua y a la corrosión. Los aductos de poliamidas son más manejables que las poliamidas normales, su uso es para pinturas epóxicas base solvente.

#### **b.- Catalizadores iónicos.**

. Estos agentes no son usados en la fabricación de pisos pero si en adhesivos, encapsulados eléctricos, electrónicos y piezas de moldeo. Incluye compuestos como las aminas terciarias, las cuales curan a una resina epóxica por catalización inducida aniónica.

En la tabla No. 1 de la siguiente página, se podrán observar propiedades ilustrativas de algunos endurecedores de Air Products<sup>(35)</sup>.

TABLA CON ALGUNOS AGENTES CURANTES Y SUS PROPIEDADES										
Tomado del manual de Air Products (Epoxy Additives Product Guide) 2001										
AGENTE	TIPO	COLOR Gardner	VISCOSIDAD cps @ 25°C	VALOR AMINICO (mgKOH/g)	PESO EQUIVALENTE g/mol	% DE USO phr	TIEMPO DE CURADO 150 g @ 25°C MINUTOS	TIEMPO DE CURADO PELICULA DELGADA HORAS	Tg TEMPERATURA TRANSICION V. °C	OBSERVACIONES
<b>AMINAS ALIFATICAS</b>										
1638	AMINA MODIF.	2	100	1.07	31	15	15	2.5	53	Rápido Morteros
1637	Mannich B	6	1,500	775	50	26	16	2.5	55	Adhesivo
1784	AMINA MODIF.	1	50	315	86	40	120	12	46	Flexible
1856	Mannich B	5	3,000	460	73	40	9	1.8	55	Morteros muy rap.
<b>AMINAS CICLOALIFATICAS</b>										
2280	AMINA MODIF	8	450	250	110	58	50	6	50	R. Quimica Ind.
2286	ADUCTO	1	60	325	95	50	40	6	50	Autonivel
2423	ADUCTO	1	1,200	269	120	60	17	2.5	52	Acidos Org.
2587	AMINA MODIF	2	295	642	50	26	31	2.6	62	Alta $\sigma$ T
<b>AMIDOAMINAS</b>										
501	IMIDAZOLINE	7	600	550	68	35	40	7.5	46	Basamentos
2447	AMIDOAMINA	5	320	380	95	50	395	15	46	Pimer Grouts
2582	AMIDOAMINA	4	345	620	66	35	40	3.5	57	Albercas
<b>POLIAMIDAS</b>										
910	POLIAMIDA	6	6,000	118	230	120	120	8	25	Flexible
2050	ADUCTO	7	4,000	225	150	70	100	7	42	Primario

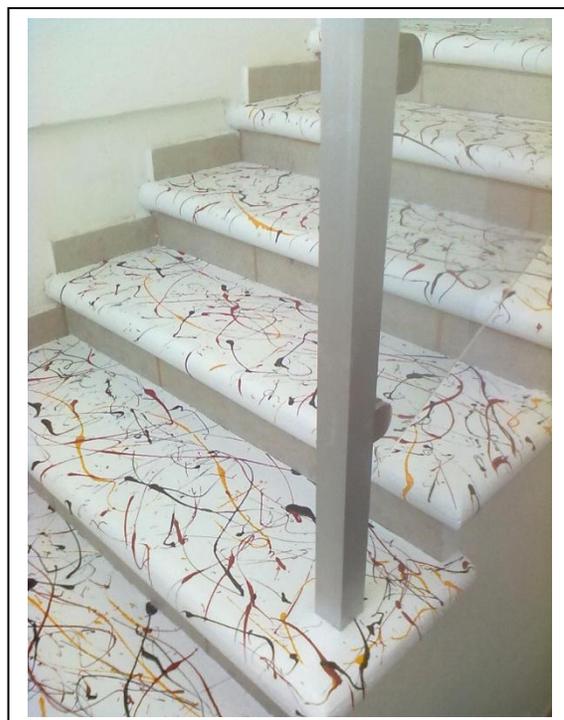
TABLA NO. 1

## CAPÍTULO II

### 2.- CARACTERÍSTICAS QUE SE DEBEN DE TOMAR EN CUENTA PARA SELECCIONAR UN PISO EPÓXICO:

#### 2.1.- Guía para la selección de un piso epóxico.

Los pisos epóxicos<sup>(35)</sup> se fabrican básicamente con dos componentes muy versátiles; la resina epóxica y el agente curante ambos de alta calidad, fácilmente adaptables a una amplia gama de aplicaciones para ser utilizados en recubrimientos de protección y decorativos. Se utilizan para trabajos que requieren una resistencia superior a la fricción, humedad, ataques químicos, altas y bajas temperaturas y una gran resistencia al lavado, con extraordinaria adherencia a sustratos de construcción y resistencia al uso intensivo.



Es importante saber que los sistemas de resina epóxica y endurecedores fueron diseñados, para el entorno industrial, un entorno especialmente agresivo y exigente. Es la razón de la enorme confianza, de la que goza este grupo de productos. En años recientes han sido utilizadas ampliamente para muchas aplicaciones en el sector de la construcción, en pinturas decorativas, acabados domésticos, estructuras metálicas, tanques y auto tanques.

Estas técnicas son utilizadas en una amplia variedad de pisos integrales, monolíticos, lisos, autonivelados, conductivos, texturizados y antiderrapantes.

La guía de características para seleccionar un piso, proporciona una descripción completa de casi todas y cada una de las especificaciones que

cumplirá el piso que se pretende fabricar, recordando paso a paso cada especificación, que permita la óptima selección del producto y ayudando a elegir las resinas, endurecedores y agregados más adecuados.

## **2.2.- Características**

### **2.2.1.- LIBRES DE OLORES Y SOLVENTES**

Hoy en día este capítulo es de extraordinaria importancia, ya que las nuevas tendencias de los recubrimientos en general, van hacia **VOC CERO**; con esto se pretende decir que los contenidos de compuestos orgánicos volátiles no deben formar parte de las formulaciones. Aunque se trate de trabajos que se vayan a realizar en espacios al aire libre, los compuestos orgánicos volátiles irán a la atmosfera contaminándola.



Estos compuestos orgánicos volátiles, no son permitidos en fábricas con personal trabajando, porque ponen en riesgo la salud. La intoxicación podría ocasionar accidentes, tanto a los aplicadores como a los usuarios o trabajadores de la fábrica, planta, hospital, hotel, escuela o área donde se aplicará el recubrimiento. Esta acción contaminante puede dar inicio a adicciones por inhalantes y abren el camino a nuevas y más poderosas drogas, independientemente de los daños, que los solventes producen en las neuronas.

Los recubrimientos epóxicos 100% sólidos no ponen en riesgo de incendio o explosión a las instalaciones donde serán aplicados.

### **2.2.2.- RESISTENCIA A LA ABRASIÓN Y DESGASTE**

Es importante realizar un estudio previo para conocer el tipo de uso a que estará sujeto el piso, ya sea por sus requerimientos físicos relacionados, con el paso de peatones o por el tránsito de patines, diablos y montacargas. En estos sitios será importante aplicar espesores mayores, para otorgar resistencia extra al piso en pasillos y áreas de tránsito con uso de equipos más pesados.



La aplicación de mortero epóxico incrementará la resistencia a la compresión y al desgaste <sup>(27)</sup>. Es también muy importante investigar el tipo de rodaja que utilizaran los equipos, por ejemplo los diámetros de las ruedas, el tipo de material que friccionará el piso, el área de contacto, el dibujo, la flexibilidad de la rueda, el material de fabricación, polímero sólido, neumática o de metal, etc.

### **2.2.3.- RESISTENCIA AL IMPACTO, CAÍDA DE HERRAMIENTAS y EQUIPO.**

Los pisos industriales deben ser diseñados de acuerdo a los esfuerzos o ataques a los que podrá estar expuesto ya que una caída de material puntual, podrá dañar el acabado, si el área no está construida para resistir impactos y cargas puntuales ASTM-E23 <sup>(36)</sup> y ASTM 7234 <sup>(37)</sup>.

El uso de capas de mortero epóxico, incrementa las resistencias a los impactos, esta característica podrá ser mejorada con el uso de aminas alifáticas tanto en la formulación de primarios, morteros y acabados.

#### 2.2.4.- RESISTENCIA QUÍMICA A SOLVENTES.<sup>(38)</sup>

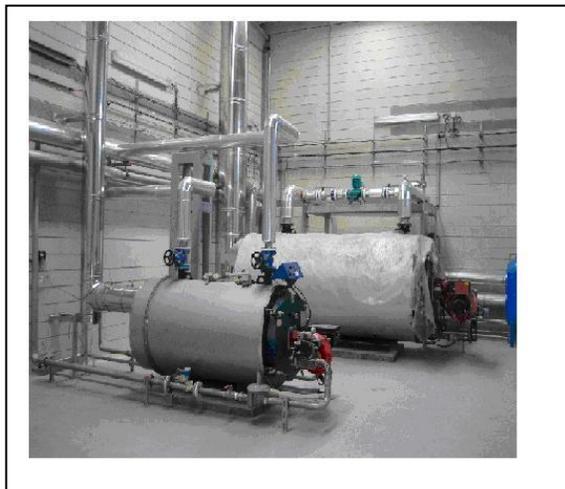
Hay pisos que de diseño inicial deberán ser resistentes a derrames constantes de algún tipo de ácido o álcali o a sus concentraciones, así podrán contrarrestar sus efectos, por el buen uso de endurecedores específicos, por lo que se requiere conocer y evaluar todos y cada uno de los productos químicos que se utilizarán en el área, así como las reacciones que pudieran surgir al combinar los químicos entre sí.



Cuando los derrames químicos o de solventes son ocasionales y es norma la limpieza inmediata, se puede considerar, que casi todos los recubrimientos epóxicos 100% sólidos, tienen la capacidad de tolerar sus acciones aún con los productos de uso general.

#### 2.2.5.- RESISTENCIA A CAMBIOS DE TEMPERATURA.<sup>(39)</sup>

El choque térmico<sup>(40)</sup> provocado por los cambios bruscos de temperatura, es motivo de falla en los pisos, por lo que es importante no solo considerar la temperatura del equipo o maquinaria, sino también estudiar y analizar las áreas colindantes para prevenir los cambios de temperatura, En el caso de cámaras de refrigeración y congelación.



Construir antesalas, para restringir la salida de energía del equipo de enfriamiento, será de gran ayuda, así se evitará la congelación de un área, no

construida para soportar baja temperatura o que carezca de los aditivos y resinas flexibles para resistir cambios de temperatura permanentemente.

#### **2.2.6.- PESO DEL SISTEMA POR m<sup>2</sup> INSTALADO, MUY LIGERO.**

Estos podrán ser instalados, en un gran edificio departamental, cuando se realice una remodelación, resolviendo un sistema decorativo y de protección cuando y de acuerdo al estudio realizado por peritos estructurales no se pueda incrementar la carga muerta e instalar pisos tradicionales que pesan entre 30 a 50 kg/m<sup>2</sup>. Los sistemas epóxicos 100% sólidos, son aplicados sobre pisos existentes, con relativa poca preparación de superficie, con un peso del orden de 1 a 2 Kg/m<sup>2</sup> por mm de espesor, abatiendo el peso por metro cuadrado permisible de acuerdo al análisis estructural del edificio.



#### **2.2.7.- TEXTURA DE ACABADO AL TACTO.**

Los pisos tendrán texturas de acuerdo al gusto y requerimientos del usuario. Podrán ser acabados lisos autonivelados, antibacterial para un laboratorio farmacéutico, una clínica u hospital, pero también, pueden tener

acabados texturizados con ligera antiderrapancia de los llamados cascara



de naranja, para ambientes mojados por ejemplo cocina industrial, alrededor de una alberca, o una fábrica de hielo o la zona de lavado automotriz en una agencia, son texturas muy adecuadas que permiten el lavado con agua,<sup>(30)</sup> detergentes, etc. Presentando buenas condiciones de seguridad y la facilidad de ser limpiados con eficiencia.



### **2.2.8.- MONOLÍTICO SIN JUNTAS.**

Esta observancia permite obtener pisos sin juntas ya que las normas de higiene y salud, son muy exigentes en el caso de laboratorios farmacéuticos, áreas de proceso de alimentos y bebidas, fabricación de cosméticos, químicos y electrónicos, habrá que respetar las juntas de dilatación diseñadas por el constructor de acuerdo a sus armados y tratarlas adecuadamente para volverlas imperceptibles y que no se permita que proliferen microorganismos.



### **2.2.9.- FACTOR DE ANTIDERRAPANCIA O ANTIDESLIZAMIENTO.**

Los pisos deberán tener un alto índice de seguridad que no permita el deslizamiento del calzado aún en las condiciones más adversas, pensemos en un taller mecánico, alrededor de una alberca, en una fábrica de frituras, cocinas



industriales, depósitos de control de derrames de tanques con productos químicos o combustibles, en los helipuertos, etc.

Los agregados de arena sílica y/o cuarzo dan características sobradas de seguridad bien podrán ser agregados finos malla 100 para una cancha de tenis y una malla ¼" para el piso drenable de un helipuerto.

#### **2.2.10.- PROPIEDADES ASÉPTICAS Y DE LIMPIEZA.**

Las normas de higiene son muy estrictas en áreas de salud, clínicas, hospitales, laboratorios, fabricación de alimentos, bebidas y cosméticos que deben considerarse con calificativo de estériles. Los pisos soportarán lavado continuo <sup>(41)</sup> y uso de bactericidas y microbicidas, así como algunos productos químicos inhibidores de bacterias, hongos y microbios nocivos, etc.



Las esquinas a 90° no son aceptadas en este rubro por lo que deben de realizarse los zoclos higiénicos en la unión de losa muro y las curvas sanitarias en las uniones muro-muro y muro-plafón; Normalmente se especifica curvatura de radio 5 cm, pero en algunos casos son mayores, como en las albercas y cisternas para facilitar la limpieza y el uso de aspiradoras.

#### **2.2.11.- RESISTENCIA AL LAVADO E IMPERMEABILIDAD A LOS LÍQUIDOS.**

Las resinas epóxicas tienen una muy buena resistencia al lavado sobrepasan la norma ASTM D-570 y podrán estar en contacto permanente con el agua o simplemente deberán resistir el lavado con agua, jabón, detergente, etc. para mantener una apariencia impecable. También deberán cumplir con propiedades de impermeabilidad a hidrocarburos, diesel, solventes y productos químicos corrosivos.

Este tipo de resinas son usadas para recubrir tinajas, charolas para protección de posibles derrames accidentales y no contaminen el subsuelo y los mantos acuíferos. Las normas de protección ambiental exigen que los pisos sean impermeables para evitar este tipo de contaminación los podemos observar también en estaciones de gasolina.



#### **2.2.12.- RETARDO PASIVO A LA ACCIÓN DEL FUEGO. <sup>(42)(43)</sup>**

Al incorporar a las formulaciones materias primas que producen efectos de retardo a la acción del fuego, actuando como intumescentes y sublimantes se logra que las películas de recubrimiento, no produzcan flama siendo auto-extinguibles y que formen una capa de burbujas de aire y/o bióxido de carbono que actúan como aislante de la temperatura e inhibidor de la combustión.



Permitiendo la salida de personas que se encuentren en el lugar afectado por la conflagración, antes de que la acción de fuego caliente las estructuras y éstas puedan colapsar (fundirlas) Normas ASTM E-84/286, UL-723.

#### **2.2.13.- PROPIEDADES CONDUCTIVAS ESD (electrostatic discharge).<sup>(44)</sup>**

Los pisos con propiedades conductivas ESD (electrostatic discharge) especificados para evitar la acumulación de electricidad estática, que podría originar una chispa y por consiguiente una conflagración.

También se realiza este tipo de piso para prevenir interferencias eléctricas, en equipos de medición y de alta sensibilidad. Su uso es en áreas militares de fabricación de explosivos, medicas en quirófanos, áreas de ensamble de equipo electrónico, salas en hospitales con equipos electrónicos sensibles a electricidad estática, almacenes con fibras acrílicas y textiles.

Utilizar carga de grafito da buenos valores de conductividad eléctrica.



#### **2.2.14.- RESILENTES Y SILENCIOSOS.**

Los pisos epóxicos pueden ser de alta resistencia en áreas de trabajo, pero también podrán tener características de amortiguación de ruidos de tacones al caminar utilizando resinas flexibles que dan confort.

El uso de resinas epóxicas alifáticas, químicamente de cadena lineal, como los alkil o el 2-etilhexil diglicidil éter que tienen este tipo de características, además de la buena selección de un endurecedor base amina alifática modificada.

#### **2.2.15.- FLEXIBLES.**

Los fabricantes de resinas ponen a nuestra disposición, resinas con buena flexibilidad para ser usadas en áreas de transito moderado y zonas de descanso, donde hay cambios de temperatura para evitar el choque térmico, algunas variables de este tipo son usadas en áreas de refrigeración y congelación

La temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) juega un papel muy importante, esta característica marca la capacidad de flexión, antes de la ruptura en el caso de congelamiento del recubrimiento o de la flexión permanente por ejemplo en un trampolín de alberca.



#### **2.2.16.- VELOCIDAD DE CURADO.**

Los constructores tienen la necesidad de entregar sus obras a tiempo y requieren que el tiempo de aplicación sea lo más corto posible, hay alrededor de 100 reactivos o endurecedores para resinas epóxicas y cada uno tiene un propósito en específico, por ejemplo, hay endurecedores muy rápidos con tiempos de curado muy cortos, para una mezcla de 100 g a 25°C de solo 7 minutos y otros muy lentos que, para la misma cantidad a la misma temperatura gela en 120 minutos,

Se recomienda para un sistema autonivelante una vida útil (*pot life*), promedio del orden de 40 minutos a 25°C a un espesor de película de 1000 micras.

#### **2.2.17.- RESISTENCIA A LA RADIACIÓN ULTRA VIOLETA.**

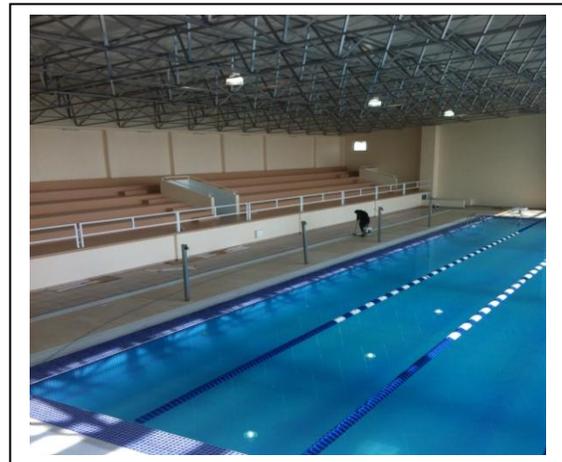
Los sistemas epóxicos transparentes y de color blanco tienden al amarillamiento a causa de los rayos ultravioleta. Son los pigmentos los mejores inhibidores del amarillamiento. Entre más pigmentación y preferentemente, con pigmentos inorgánicos tenga la formulación, menos afectación por amarillamiento tendremos. Los pigmentos orgánicos tendrán notablemente mayor afectación al amarillamiento y pérdida de color.

El caleo es una falla que presentan los epóxicos cuando son expuestos al sol, se va degradando el espesor de película en forma de polvo, a razón de 1 milésima de pulgada por año, afortunadamente los espesores que se aplican con estos sistemas epóxicos 100% sólidos, son mínimo de 12 milésimas de espesor que garantizan una aplicación duradera.

#### **2.2.18.- CONFORT.**

La variedad de diseños, técnicas de aplicación, su atractivo visual y al tacto, hace que se logren espacios de confort.

La continuidad del acabado, la facilidad de limpieza y lo higiénico dan seguridad al usuario. Se realizan proyectos a la medida altamente individualizados que reflejan la personalidad del proyectista..



#### **2.2.19.- VARIEDAD DE COLORES.**

Es sabido que los números son infinitos, la gama de colores cumple con esta premisa, la gama de colores también es infinita, además es factible enriquecer esta variedad con la incorporación de agregados tales como escamas de pintura vinilica horneada y triturada en diferentes tamaños o realizando la mezclas de varios colores jaspeados, multicoloridos, las nuevas hojuelas nacaradas de diferentes tamaños, así como hilos metálicos, fibras de poliéster, los agregados plásticos metálicos brillantes hasta iridiscentes



(glitters) y holográficos de diversos tamaños incrementan la diversidad de colores.

#### **2.2.20.- APLICACIÓN SOBRE CONCRETOS VERDES.**

Lo más recomendable es tener pisos de concreto nuevo, con 28 días mínimo de curado y perfectamente deshidratados (máximo de 4% de humedad).

Hay proyectos que requieren una intervención acelerada sobre el concreto verde con recubrimiento epòxico 100% sólidos. Se tienen sistemas epòxicos que transpiran y evitan los defectos de ampollamiento, formando una barrera de vapor de agua antes del tiempo normal de curado y deshidratación del concreto.

También se tienen formulaciones que curan bajo el agua, para trabajos en cisternas, albercas o tanques sin retiro del agua, haciendo uso de personal acuático.

#### **2.2.21.- APLICACIÓN SOBRE PISOS MAL COLADOS O DESNIVELADOS.**

El uso de morteros epòxicos. Es lo recomendado para este fin. Los cuales podrán ir desde cero hasta 12 mm de espesor. La adherencia de estos morteros aun en espesores muy pequeños es extraordinaria (norma ASTM D4541) y su resistencia a la compresión hasta de 850 kg/cm<sup>2</sup>. Es necesario el uso previo de un primario autonivelado, de baja viscosidad y aplicar los morteros fluidos, también autonivelados, ver el capítulo de morteros epòxicos en la página 51 Cap. IV.



### 2.3.- Formulación Teórica

Resulta como una sumatoria de cada uno de los atributos y propiedades, que deberá cumplir el piso y de las propiedades de las materias primas que servirán para su preparación y fabricación.

Las pinturas o los recubrimientos epóxicos 100% sólidos, estarán compuestos con las siguientes materias primas:

- ❖ **Resinas Epóxicas 100% sólidas.**
- ❖ **Aditivos.**
- ❖ **Pigmentos.**
- ❖ **Cargas.**
- ❖ **Agentes curantes.**

**Las resinas epóxicas** 100% sólidas, deberán ser líquidas y en base a sus propiedades, seleccionar la más adecuada <sup>(45)</sup>.

**Los aditivos**, realizan funciones tales como dispersantes de sólidos, desairantes, antisedimentantes, etc.

**Las cargas** incrementan la viscosidad del recubrimiento, sirven para hacer ajustes de proporciones, dar volumen o incrementar sólidos. Aportan propiedades especiales como conductividad (grafito), anticorrosivos (óxido de hierro micáceo), retardancia al fuego (alúmina), intumescencia (grafito expandido), etc.

**Pigmentos.-** darán el color diseñado, otorgarán el poder cubriente, protegerán a la resina de amarillamiento acelerado. (bióxido de titanio blanco, óxidos de hierro ocre, rojo, negro), etc.

**Los Agentes curantes.-** Otorgan características especiales a la pintura además de ser indispensables para un secado correcto.

## CAPÍTULO III

### 3.- PINTURA O RECUBRIMIENTO EPÓXICO.

Como se describió en el capítulo anterior, los requerimientos de cada recubrimiento, van exigiendo la incorporación de diferentes componentes, para ir satisfaciendo cada uno de las especificaciones que se deban cumplir, en este momento tomaremos a la resina epóxica 100% sólida, como la parte medular para la fabricación de la pintura o recubrimiento epóxico<sup>(46)</sup>.

#### 3.1.- Definiciones, tiempo de trabajo y curado.

El tiempo de trabajo y el tiempo de curado, determinan las operaciones de manejo y uso del material.

Tres factores determinan el tiempo de trabajo (*pot life*) y el tiempo de curado de una mezcla de epóxicos:

**PRIMERO: la velocidad de curado del endurecedor (por su tipo).**

**SEGUNDO: la temperatura del epóxico (resina y endurecedor).**

**TERCERA: el volumen de la mezcla (cantidad y tamaño del recipiente).**

El epóxico mezclado pasará del estado líquido a través de un estado de Gel, hasta un estado sólido, para obtener su curado total.

**PRIMERO: Velocidad de curado del endurecedor.**

Cada endurecedor o agente curante, tiene una especificación o dato ideal de tiempo de trabajo y de curado, a una temperatura determinada, normalmente esta es de 25 °C, cada combinación de resina/endurecedor, pasará por las mismas etapas de curado, pero a diferentes velocidades. Es necesario seleccionar el endurecedor que nos ofrezca, un tiempo de trabajo adecuado. Air Products describe la vida útil y los tiempos de curado de los endurecedores, de tal forma que uno puede conocer *a priori*, el comportamiento de cada uno de los múltiples

agentes curantes, para poder satisfacer las necesidades de cada proyecto, ver tabla de la pagina 23.

**Vida útil = tiempo de trabajo = pot life.**

**Tiempo de curado = tiempo de secado total = tiempo abierto.**

Vida útil es un término que se utiliza para comparar las velocidades de curado de diferentes endurecedores a una temperatura de 25°C, por lo tanto es el tiempo disponible durante el cual una masa de 100 g de resina y endurecedor permanece líquida y permite ser aplicada, alisada, pigmentada, dar textura, etc. a una temperatura determinada. Este es un procedimiento rutinario para pruebas de control de calidad y estudios comparativos.

Puesto que la vida útil, es una medida de la velocidad de curado de una masa específica de resina epóxica y endurecedor, no de una película delgada, la vida útil de una mezcla de resina/endurecedor es mucho más breve que su tiempo abierto o tiempo de curado total, ya que este último es el tiempo que hay que dejar pasar, antes de poder hacer uso del área aplicada.

### **SEGUNDO: Temperatura de la resina y el medio ambiente.**

La temperatura a la que el epóxico se cura, viene determinada por la temperatura ambiente más el calor exotérmico generado por la reacción.

Entre más alta sea la temperatura del medio ambiente, esta afectará a la temperatura de la resina y endurecedor y hará más rápido el curado de una mezcla de epóxico y reducirá su vida útil,.

### **TERCERA: El volumen o la cantidad de epóxico mezclado**

Con un volumen mayor, se produce más calor, lo que acelera la reacción y provoca aun más calor, por ejemplo, un pequeño bote de plástico que contiene una mezcla de 200 g de mezcla resina/endurecedor, puede generar suficiente calor para fundir el bote. No obstante, si se reparte la misma cantidad en una capa

de escaso espesor, sobre una superficie el calor exotérmico, se disipa rápidamente y el tiempo de curado del epóxico, viene determinado preferentemente por la temperatura del medio ambiente.

### **3.2.- Control del tiempo de trabajo y curado.**

Cuando hace calor utilice un endurecedor más lento como una amina cicloalifática, así aumentará significativamente el tiempo de trabajo o realice mezclas más pequeñas, que pueda utilizar rápidamente o vierta la mezcla de epóxico en un recipiente con una superficie mayor, una cubeta para rodillo de 9" es adecuada, extendiendo el epóxico en una película delgada de 500 micras de espesor, por ejemplo, así se aumentará el tiempo de trabajo y el tiempo de curado.

Cuando hace frío por ejemplo 5°C usar un endurecedor rápido una amina alifática será la más adecuada y emplear una pistola de aire caliente, una lámpara de cuarzo u otra fuente de calor para calentar la resina y el endurecedor antes de mezclar y después de aplicar el recubrimiento. A temperatura ambiente templada 15°C - 20°C es útil aplicar calor adicional cuando se requiere un curado más rápido.

¡PRECAUCIÓN! al calentar una mezcla de resina/endurecedor reduce su viscosidad, lo que permite que el epóxico autonivele mejor en lo horizontal pero en las superficies verticales chorree o se descuelgue más fácilmente, en estas áreas se usarán endurecedores tixotrópicos. No caliente nunca la mezcla epóxico/endurecedor a más de 50°C. Se reducirá demasiado su tiempo de vida.

Cualesquiera que sean las medidas tomadas para controlar el tiempo de trabajo y de curado, una correcta planificación de la aplicación, permitirá aprovechar al máximo el tiempo de vida y el tiempo de curado de la mezcla de epóxico.

### **3.3.- Etapas de curado de los epóxicos:**

. A medida que se cura, el epóxico pasa de un estado líquido a través de un estado gelatinoso antes de llegar a un estado sólido final, este proceso se detalla en los siguientes tres puntos:

#### **1.- Estado líquido tiempo de trabajo.**

El tiempo de trabajo, es el periodo durante el cual la mezcla de resina/endurecedor permanece a una viscosidad entre 500 y 2,500 mPa.s.

#### **2.- Estado gel fase inicial del curado.**

La mezcla entra en la fase inicial del curado y empieza a gelificarse (también conocida como “Fase Verde”). El epóxico ya no se puede trabajar y pasará a tener una consistencia pegajosa y demasiado blanda para ser lijada.

Mientras el epóxico está pegajoso una nueva aplicación de epóxico formará un enlace químico con el mismo, así que es posible aplicar sobre esta superficie otra capa de epóxico sin lijar en este momento. Esta capacidad va reduciéndose al acercarse la mezcla a la fase final del curado. Este es un excelente momento de realizar la aplicación de morteros y terrazos ya que el primario base, se encuentra en el estado gel y se logrará una unión primaria entre el primario de anclaje y el mortero.

#### **3. Estado sólido - fase final del curado**

La mezcla de epóxico una vez curada llega a un estado sólido y puede ser lijada en seco y modelada. Ya no es posible hacer mella en la superficie con la uña del dedo pulgar. En esta fase, el sistema epóxico ha alcanzado el 90% de su resistencia definitiva. Las áreas podrán ser usadas con moderación, el recubrimiento seguirá curándose durante 7 días a temperatura ambiente. Podría ser antes si la temperatura y condiciones ambientales son calurosas.

Una nueva aplicación de epóxico, ya no se enlazará químicamente con el epóxico base, de modo que será necesario lavar a fondo, secar, lijar y aspirar la superficie, antes de aplicar otra capa y así poder conseguir una buena adherencia.

### 3.4.- Pesado y mezclado.

Para obtener un curado correcto es importante pesar cuidadosamente los componentes, por lo que es imprescindible el uso de báscula, no es posible hacer cálculos al tanteo sin equipo, ya que la resina y el endurecedor deberán ser pesados con exactitud y mezclados perfectamente. Estos procedimientos asegurarán una reacción química completa y controlada para obtener un epóxico sólido de alta resistencia.

### 3.5.- Propiedades de las resinas epóxicas<sup>(45)</sup> (46).

Las resinas epóxicas 100% sólidas que utilizamos para recubrimientos de pisos, tienen un peso equivalente para cálculos de 190 g/mol que es un promedio para este tipo de resinas. Tienen baja tensión superficial lo que aporta una excelente humectación, lográndose buena adherencia y nivelación.

Observar los datos de la tabla No. 2 de resinas de Dow Epoxy Resin

PRODUCTO	DESCRIPCION	PESO EQUIVALENTE EPOXICO g/mol EEW	VISCOSIDAD m.Pas @ 25°C	COLOR PLATINO COBALTO	AREA DE VENTAS
DER 321	AROMATICO RESINA EPOXICA LIQUIDA MODIFICADA CON REACTIVO DILUYENTE MONO-FUNCIONAL	180 - 188	500 - 700	3 MAX	EUROPA LATIN AMERICA ASIA PACIFICO
DER 324	ALIFATICO RESINA EPOXICA LIQUIDA MODIFICADA CON REACTIVO DILUYENTE GLICIDIL ETHER	195 - 204	600 - 800	1 MAX	NORTEAMERICA LATINAMERICA EUROPA ASIA PACIFICO

. Tabla 2.- Se observan los pesos equivalentes correspondientes a cada una de las resinas teniendo como base EEW=190 g/mol promedio.

### **3.6.- Proceso para la aplicación de acabados en pisos.**

1.- Preparar solamente la cantidad de resina/endurecedor, 3 x 1 que se pueda aplicar durante el tiempo de trabajo, (*pot life*) de la mezcla. Usar una cubeta de 19 litros para rodillo de 9 pulgadas es muy adecuada. Se recomienda no mezclar más de 3 kg de resina y 1 kg de endurecedor (nunca lotes mayores). Con esta cantidad se podrá obtener en la Ciudad de México a 25°C un tiempo de trabajo de 25 a 30 minutos metiendo el rodillo hasta el fondo de la cubeta agitando la mezcla con energía e incluyendo aire fresco en ella, cada vez que el rodillo entre en el recipiente. Con esta cantidad de material se cubrirá una área de 16 m<sup>2</sup> a 200 micras de espesor promedio muy adecuada para primario.

2. Tomar una pequeña parte de este material preparado y vaciar en un recipiente de menor volumen como de 4 litros, se usará para realizar recortes con brocha en esquinas, curvas, alrededor de muebles, maquinaria, equipos, etc. que no se pueden realizar con el rodillo de felpa por su gran tamaño.

3. Cargar el rodillo con una cantidad moderada de epóxico. Utilizar rodillo de 9 pulgadas, de felpa corta lavado y quemado (para no dejar pelusa del rodillo) o usar los rodillos de espuma de poliuretano. Eliminar el exceso de material haciendo girar el rodillo en la sección superior de la cubeta con el fin de obtener una cantidad uniforme de epóxico en el rodillo.

4.-Pasar el rodillo en dirección aleatoria y sin ejercer mucha presión sobre una zona de unos 60 cm x 60 cm y para aplicar el epóxico de forma homogénea en toda la zona.

5. A medida que se descarga el rodillo, aplicar más presión para extender el epóxico en una película fina y homogénea. Aumentar el área de aplicación para extender la película de forma más delgada y homogénea. Cuanto más delgada la película, más fácil será mantenerla homogénea.

6. Terminar de aplicar la zona con largas y ligeras pasadas homogéneas, para reducir las marcas de rodillo. Traslapar la zona recubierta anteriormente con las zonas nuevas estando fresco el recubrimiento epóxico.

7. Recubrir tantas pequeñas áreas de trabajo como sea posible con cada lote. Si un lote empieza a espesar y calentar antes de que pueda ser aplicado, retírelo ya no será posible aplicarlo, habrá que mezclar un nuevo lote más pequeño y trabajar con mayor rapidez.

8. “*Peinar*”, homogenizar el recubrimiento, pasando suavemente el rodillo sobre el epóxico fresco, en largas pasadas homogéneas y traslapadas después de aplicar cada lote. Utilizar suficiente presión para alisar la superficie, pero no demasiada para no eliminar el epóxico aplicado, este es el procedimiento para la primera mano. Se deberán seguir los mismos pasos para la segunda mano si el acabado es liso o autonivelado.

Si el acabado fuera texturizado, tipo cáscara de naranja, se deberá utilizar un endurecedor de alta viscosidad, en la misma proporción 3 kg a 1 kg y deberán usarse zapatos con picos, (*spikes*) para entrar a la zona húmeda, con el recubrimiento fresco y no dañar la aplicación. Tener rodillo de moletear para dar la textura o rodillo fibra muro y extensión para rodillo, esta herramienta facilita la aplicación del acabado texturizado.

### **3.7.- Limitaciones de los espesores de película.**

Aplicar capas de más de 12 mm de grosor, generará una gran cantidad de calor y provocará burbujas. (Vea morteros epóxicos y sistemas de grandes espesores en el capítulo IV).

### **3.8.- Epóxicos que curan a baja temperatura.**

Los sistemas epóxicos para recubrir áreas que están a bajas temperaturas, seguirán técnicas especiales de aplicación para obtener un funcionamiento aceptable del epóxico a largo plazo. Cuando una resina epóxica y un endurecedor, formulado para usarse a bajas temperaturas, tipo amina alifática, (muy rápida) se

mezclan, se inicia una una “reacción exotérmica”. La temperatura ambiente fría, afectará la velocidad de reacción, haciéndola demasiado lenta, aún cuando el epóxico pueda endurecerse, no se curará completamente y es muy probable que nunca adquiera sus propiedades físicas de diseño. Un epóxico incorrectamente curado puede poseer, aparentemente, suficiente resistencia y fallar después durante la operación normal.

Cuando hace frío se incrementa la viscosidad del epóxico y sus propiedades de flujo se reducen de forma significativa. Este cambio en la viscosidad tiene tres consecuencias importantes para el trabajo con epóxicos, que se describirán a continuación.

a).- Es más difícil mezclar la resina y el endurecedor, la resina fluye con mucha mayor dificultad y tanto la resina como el endurecedor tienden a quedar adheridos a las superficies de los recipientes y las herramientas de mezclado. Debido a la baja temperatura, la reacción química es mucho más lenta, la reacción exotérmica menos eficiente y un mezclado posiblemente incompleto, resultando una aplicación con defectos permanentes.

b).- Con el epóxico frío será mucho más difícil aplicar, recubrir e impregnar las superficies, dificultando su manejo por la alta viscosidad.

c).- Es posible que se introduzcan burbujas de aire durante la mezcla y que éstas permanezcan en suspensión debido a la mayor tensión superficial del epóxico frío, lo que provocará defectos en la película y disminuirá su desempeño.

### **3.9.- Técnicas para aplicaciones de epóxicos a baja temperatura.**

Con un poco de planificación y algunos sencillos ajustes, los problemas planteados pueden ser resueltos. Las siguientes seis reglas básicas para bajas temperaturas.

### **1. Utilizar un endurecedor rápido.**

El endurecedor rápido ha sido diseñado con un sistema de amina alifática que produce un buen curado a temperaturas incluso de 5°C. Es un sistema de curado rápido con menos tiempo de exposición, reduciendo la probabilidad de un curado incompleto debido a la baja temperatura.

### **2. Dosificar la resina y el endurecedor en la proporción correcta.**

Un aumento en la cantidad de endurecedor no solo acelera el curado, pone en riesgo la resistencia final del epóxico curado.

### **3. Calentar la resina y el endurecedor antes de usar.**

Como se ha comentado anteriormente, cuanto más caliente la resina y el endurecedor, más baja su viscosidad. Con una viscosidad menor, la resina y el endurecedor son más líquidos, fluyen mejor y muestran características superiores de manejo e impregnación. Los dos componentes del epóxico pueden calentarse usando lámparas de calor. Coloque dentro de una caja un foco normal o un reflector, para mantener una temperatura a no más de 30°C.

### **4. Mezclar muy bien la resina y el endurecedor.**

El uso de un recipiente de menor diámetro, también mejorará la actividad química, debido a que el área reducida concentrará mucho más el calor producido por la reacción.

### **5. Calentar las superficies de trabajo**

Si se aplica epóxico precalentado a una estructura fría, disminuye rápidamente la actividad de enlace molecular del epóxico. Asegúrese de que la superficie y la zona colindante están a una temperatura adecuada. Caliente la superficie tanto como sea posible. Esto puede realizarse en zonas pequeñas o haga uso de calentadores portátiles, lámparas de cuarzo o sistema de calefacción.

## **6. Preparar la superficie entre aplicaciones**

Al recubrir a baja temperatura, una película delgada de epóxico no genera mucho calor. La velocidad de curado es más lenta y puede haber alguna reacción con la humedad del ambiente, resultando la formación de una mancha de amina en la superficie curada. Justo antes de aplicar capas posteriores, lavar la superficie con agua limpia y detergente, dejar secar completamente, lijar la superficie y aspirar retirando toda partícula de polvo, en estas condiciones ya se podrá aplicar la capa siguiente, con la seguridad de una excelente adherencia.

## **CAPÍTULO IV**

### **4.- ELABORACIÓN DE MORTEROS <sup>(47)</sup>.**

#### **4.1.- Agregados para fabricar plastes y morteros.**

Una mezcla espesada o epóxico espesado, significa una mezcla de resina/endurecedor con un agregado añadido. Los agregados, se utilizan para espesar el epóxico, para aplicaciones específicas tales como plaste fino, mortero, rellenedor y nivelador.

Agregados para plastes finos, estos deberán ser polvos finos de granulometrías no más gruesas que la malla 100 y hasta malla 360, también se pueden ocupar harinas de sílice, coridon, oxido de hierro micáceo, carbonato de calcio, pigmentos, etc. estos materiales son usados en resanes menores en grietas capilares o minúsculas oquedades y se obtienen superficies finas, pulidas sin porosidad, con alta adherencia, buena resistencia a la flexión y compresión.

Los plastes, son utilizados para perfeccionar las superficies antes de ser aplicadas las capas de acabado. No se usan morteros gruesos, en el caso de un piso de acabado liso, un plaste semilíquido es aplicado en forma abundante sobre el piso de mortero o terrazo con la ayuda de un jalador de hule, realizando una aplicación homogénea y nivelada la cual ahoga las pequeñas imperfecciones dejadas por la llana mecánica que fue la herramienta con la que se aplicó el mortero epóxico.

Los agregados gruesos con granulometrias mayores desde malla 100 hasta malla 8 – 16 son los más utilizados para la fabricación de morteros. Estos agregados son de arena sílica, mármol y cuarzo. Los agregados de mayor tamaño como 1/8" hasta de 1/2" son también de arena sílica, mármoles y agregados minerales y hasta metálicos y podrán ser utilizados como rellenos en basamentos de espesores mayores o como acabados pétreos naturales aprovechando los colores de las piedras y minerales.

#### **4.2.- Proporciones de agregados para fabricar un mortero.**

Los agregados para morteros, se formularán con cuatro granulometrías diferentes, tomando en cuenta que ninguna granulometría, podrá ser superior a la tercera parte del espesor total del mortero, es fácil, si se va a realizar un mortero nivelador de 3 mm de espesor, el tamaño de partícula no será mayor de 1 mm y esa mezcla se formará de tres granulometrias adicionales de menor tamaño por ejemplo: 0.5 mm, 0.25 mm y de 0.1 mm, en una proporción de 50%, 30%, 20% y 10% en esta forma tendremos una excelente distribución de tamaños de agregados, el agregado de mayor tamaño será el de mayor porcentaje, se evitarán espacios vacios con los agregados de menor tamaño, incrementando la resistencia a la compresión.

#### **4.3.- Tipos de agregados.**

Los agregados gruesos más usados en los morteros epóxicos, es la arena sílica de granulometría controlada, también se usan los granos de mármol, los granos de cuarzo coloridos para dar acabados aparentes basados en los colores de los gránulos y haciendo uso solo de sistemas resina/endurecedor sin pigmentaciones para respetar y privilegiar el colorido de los agregados. Independientemente de nivelar las superficies e incrementar la resistencia a la compresión adecuadamente, dependiendo de los espesores de película aplicados. Hay que tomar en cuenta que un concreto tiene un factor de compresión  $f'c = 150$  a  $250 \text{ kg/cm}^2$  y un mortero epóxico a base de cuarzo o sílice en espesor de 6 mm tiene valores de  $f'c = 800$  a  $1,000 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **4.4.- Relaciones de agregados para plastes y morteros**

Después de seleccionar un agregado apropiado para el trabajo por realizar, úsese para espesar la mezcla epóxica, hasta la consistencia deseada. La cantidad de agregado que se añade controla la viscosidad y el espesor de una mezcla destinada a un trabajo específico. (Entre más pequeño sea el agregado absorberá mas resina). No existe una fórmula o medición exacta para la elaboración de plastes, es necesario realizar pruebas y estimar visualmente la consistencia más

apropiada para cada trabajo de acuerdo a la experiencia. Para plastes la relación aproximada será de 1 a 3 es decir un tanto de resina/endurecedor contra 3 tantos en peso de agregados finos y para los agregados gruesos de morteros será aproximadamente de 1 a 6 quiere decir que para un tanto de resina/endurecedor deberemos de agregar 6 tantos en peso del agregado grueso.

#### **4.5.- Mecánica de la preparación de morteros**

Añada agregados siempre en un proceso de dos etapas:

1.- El plaste o mortero se aplicará sobre una superficie con primario epóxico previo y deberá estar en el momento gel del curado, para obtener un enlace primario, ver ilustración 4.5.1.

2.- Mezclar perfectamente la cantidad adecuada de resina y endurecedor antes de incorporar la mezcla de agregados. Empezar con un lote pequeño, dejar espacio en el recipiente para incorporar y mezclar el agregado ilustración.

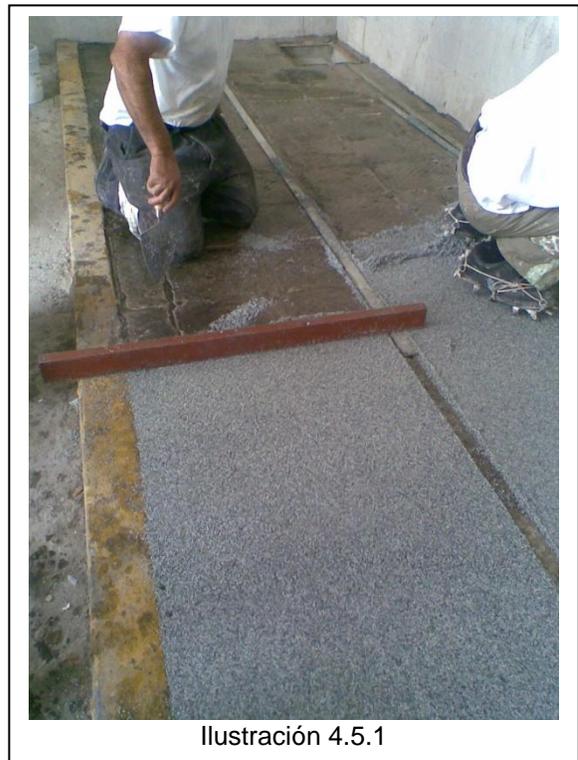


Ilustración 4.5.1

3.- Mezclar cantidades pequeñas, del agregado apropiado hasta obtener la viscosidad deseada. Verificar que el agregado se haya mezclado completamente antes de aplicar la mezcla.

4.- Mezclar la cantidad diseñada de agregado haciéndolo lentamente. Para obtener la máxima resistencia. Añada solamente la cantidad necesaria de agregado para que el sistema, rellene el hueco sin descolgarse o salirse de la junta, grieta u oquedad, del piso o muro que se trata de resanar.

Para un buen trabajo solo se permitirá un pequeño excedente en las juntas y cuando éstas estén curadas podrán nivelarse con el lijado. Al hacer mezclas para el mortero, hay que añadir la cantidad máxima de agregado. Con estas condiciones se facilitará el trabajo de aplicación y el lijado cuando cure el mortero. Cuanto más espesa es la mezcla, mejor. Extender la mezcla, en una capa fina, con el espesor de diseño haciendo uso de escantillones o guías con la medida del espesor deseado, 2, 3, 4, 5, 6 mm etc. No preparar más material que el que pueda aplicar correctamente en 30 a 40 minutos ver ilustración 4.5.2.



Ilustración 4.5.2

El epóxico puede espesarse a la consistencia ideal para cada trabajo. El procedimiento de incremento de viscosidad, se logrará haciendo pruebas previas. Los grandes volúmenes se trabajan en revolvedoras mecánicas, ver Ilustración 4.5.3.



Ilustración 4.5.3

#### 4.6.- Fabricación y aplicación de mortero epóxico en pisos.

Se fabricará la mezcla para ser aplicada, con la llana metálica y con las manos protegidas con guantes de látex, haciendo uso de una espátula, se tomará una cantidad de esta preparación, que llamaremos mortero epóxico y lo colocaremos sobre la superficie por nivelar. De esta forma se rellenará cualquier hueco e imperfección. Si se va a aplicar una capa paralela al piso y el piso se encuentra muy dañado es conveniente utilizar molduras o escantillones de espesor controlado 2, 3, 4, 5, 6 mm y una regla rasadora, para poder dar el mismo espesor y nivel a toda la superficie por recubrir, ver ilustración 4.6.1.

La llana empezará a sentirse pegajosa ya que el tiempo de trabajo se está terminando, el uso de una solución 10% de desengrasante (derivado del ácido laurico) en agua limpia (1 a 10) y haciendo uso de un trapo, limpiar la llana constantemente con esta solución ayudándose con el trapo, la solución solubilizará a la resina no curada de la llana y le permitirá realizar el trabajo con más facilidad y eficiencia. Ver ilustración 4.6.2.



Ilustración 4.6.1



Ilustración 4.6.2

#### **4.7.- Rellenador epóxico (*grout*) para corregir imperfecciones.**

El grout epóxico es una formulación realizada con resina epóxica sin pigmentación, un endurecedor de muy alta viscosidad y con tiempo de vida amplio 40- 50 minutos a 25°C tomando como parámetro siempre una masa de 100 gr. Una vez que el mortero curó, 10 horas después de haberlo instalado (toda la noche anterior). Se procede a la revisión de la aplicación, cerciorándose que el curado tuvo éxito y que la aplicación se realizó adecuadamente. Si hubiera algunas imperfecciones o desapaños estos serán lijados y se corregirán con la aplicación de un relleno epóxico (*grout*), que resanará las porosidades del mortero y pequeñas oquedades, se puede ocupar la llana metálica, un jalador de hule también servirá para crear una buena nivelación.

#### **4.8.- El acabado del mortero.**

Una vez curado el relleno epóxico (*grout*), se volverá a lijar (usar mascarilla para polvos) el área y aspirar para retirar polvos y residuos producto del lijado, quedando en condiciones óptimas para realizar la aplicación de la primera mano de acabado, esta formulación deberá tener pigmentación del mismo color del acabado final.

Ya deberá estar definido con anterioridad el espesor y el acabado final. Si se va a aplicar un acabado autonivelado, a razón de 1 litro por m<sup>2</sup>, equivalente a 1 mm de espesor del acabado diseñado. O será con textura antiderrapante.

Estos dos sistemas descritos son de acabados monocromáticos. Se podrán realizar también, acabados policromáticos autonivelados o con texturas policromáticas. Los sistemas de aplicación son semejantes, aunque tuvieran algún agregado conductivo, de anticorrosión, de resistencia química, intumescente, etc.

#### 4.9.- Zoclos higiénicos de curvatura Radio = 5 cm ó radios mayores.

De la misma forma y procedimiento que se describió en la aplicación de morteros epóxicos para pisos, se realizarán las curvas sanitarias y los zoclos higiénicos. Se tendrá definida la medida del radio de curvatura, por lo general se realizan con curvatura radio = 5 cm, pero pueden ser de la medida que el diseñador lo solicite, es muy fácil fabricar la herramienta para aplicar la curva, esta se fabricará tomando un trozo de tubo de PVC de 10 cm de diámetro (4 pulgadas) y de 10 a 12 cm de largo se corta por mitad en el sentido longitudinal y se le confecciona una agarradera con alguna madera circular sujeta por tornillos en los lados, de esta forma obtendremos 2 molduras. Con el mismo procedimiento se obtiene cualquier curvatura hay tubos de PVC de cualquier medida. Ver Ilustración 4.9.1.

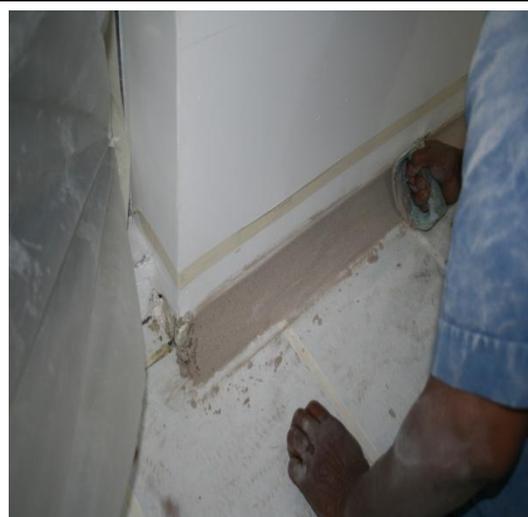


Ilustración 4.9.1



Ilustración 4.9.2

Una vez realizada la aplicación del primario en las uniones, muro-losa y encontrándose pegajoso, preparar el mortero epóxico y distribuir con una espátula o cuchara de albañilería, lo más cercano a la esquina. Haciendo uso de la moldura esta se correrá sobre el mortero, ejerciendo presión entre el muro y el piso para que la mezcla de mortero, tome la forma de la moldura, formando la curvatura, evitando las uniones a 90° y facilitando la limpieza. Ver ilustración 4.9.2.

Este sistema es el único aceptado en hospitales, clínicas, laboratorios, fabricas de productos alimenticios, es una norma mundial su utilización, el radio de la curvatura va regido de acuerdo a los tipos de contaminantes que pudieran acumularse. En los depósitos de agua, cisternas y albercas es muy común su uso, con  $R = 20$  cm, facilitando la limpieza de las superficies y el aspirado.

# CAPÍTULO V

## 5.- PREPARACIÓN DE LAS SUPERFICIES.

Los siguientes procedimientos son comunes en la mayoría de los trabajos de construcción o reparación tanto a nivel industrial como doméstico y cualquiera que sea el tipo de sustrato (concreto, asfalto, metal) o material en el que se vaya a trabajar.

Tanto en la aplicación de primario epóxico, como en el resanado de juntas e imperfecciones con los morteros y plastes o en la aplicación de acabado final, el éxito de las aplicaciones dependen, no sólo de la resistencia del sistema epóxico seleccionado, sino también del grado de adherencia entre el epóxico y la superficie a la que se aplicará. La resistencia de la unión depende, de la capacidad del epóxico para adherirse mecánicamente a la superficie, por lo tanto, los tres pasos siguientes referidos a la preparación de la superficie, son de importancia primordial para cualquier operación de aplicación, con adherencia secundaria. Para obtener una buena adhesión la superficie deberá estar:

### 5.1.- Limpia.

Las superficies por recubrirse requieren encontrarse libres de contaminantes tales como grasa, aceite, óxidos, cera, desmoldantes y agentes curantes del concreto. Limpie las superficies contaminadas, con desengrasante o detergente tallando enérgicamente la superficie con cepillos de cerda o máquinas de lavado, secar la superficie usando trapos, ventiladores, lámparas de calor o simplemente que la temperatura ambiente lo seque. Ver ilustración 5.1.1, 5.1.2 y 5.1.3.

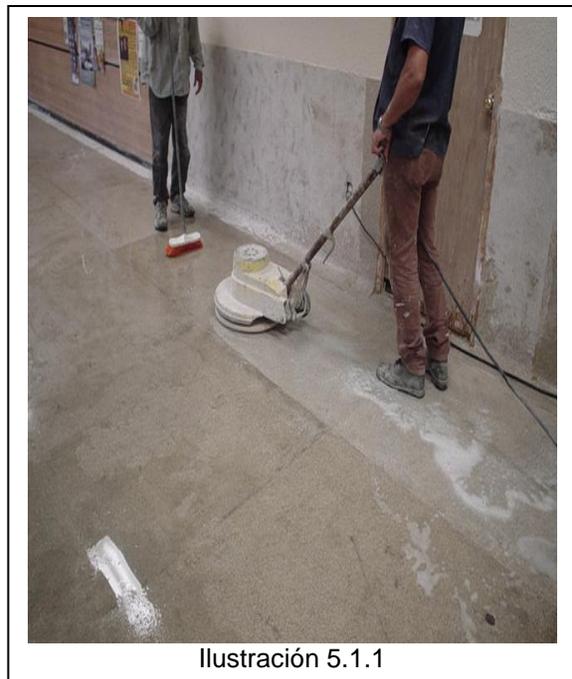


Ilustración 5.1.1

Limpiar las superficies antes del lijado, para evitar repartir el contaminante y que penetre en la superficie, provocando la contaminación de toda la superficie.



Ilustración 5.1.2



Ilustración 5.1.3

### 5.2.- Seca.

Todas las superficies a recubrir deben estar lo más secas posibles para una buena adherencia. La humedad máxima aceptable es del 4%. Si es necesario, acelerar el secado puede calentar la superficie a recubrir, con una pistola de aire caliente, lámparas de calor o el sistema de calefacción, todo depende del tamaño del proyecto. Utilizar ventiladores para renovar el aire, en sitios cerrados o estrechos, tenga cuidado con la condensación, el punto de rocío o lluvia si se trabaja al aire libre o cuando cambie la temperatura del entorno de trabajo. Proteja las áreas al exterior con lonas, para evitar la lluvia y el mojado de la superficie en vías de secado para ser recubiertas. .

### 5.3.- Perfil de anclaje.

Lijar a fondo los concretos lisos y brillantados y las superficies no rugosas, con papel de lija de óxido de aluminio, de grano 36 para provocar un buen 'agarre' mecánico, para los sistemas epóxicos el perfil de anclaje en pisos de concreto es de 50 micras equivalente a 2 milésimas. Ver ilustración 5.3.1.



Ilustración 5.3.1

Eliminar toda escama, polvo, ampolla y recubrimiento antiguo antes de lijar. Aspirar y eliminar todo el polvo producto de la acción de lijar.

El tratamiento de una superficie con loseta vitrificada deberá incluir. Limpieza de la superficie por recubrir, lavar con desengrasantes o si utiliza algún disolvente orgánico para eliminar algún contaminante especial sea precavido con su uso, (evitar las chispas, no fumar), secar la superficie con trapos o dejar secar totalmente las superficies por evaporación, haga uso de ventiladores para acelerar el secado si fuera necesario. Se recomienda el uso de esmeriladora con copa abrasiva a 6,500 rpm para las áreas reducidas y rincones pero para las áreas libres, con amplitud deberá usarse máquina desbastadora con piedras de esmeril grano 36, este equipo podrá tener una o dos cabezas de desbaste y un motor de 5 hp, de corriente trifásica, ver ilustración 5.3.2. o escarifique (*blast track*), con estrellas de diamante la superficie, ver ilustración 5.3.3 (realice pruebas previas, este sistema puede llegar a romper la loseta), con este sistema deberá de usar solo 2,900 rpm máximo. En las superficies vitrificadas o muy lisas preparar una textura rugosa para el mejor agarre y anclaje del recubrimiento epóxico, así como barrer y aspirar antes de aplicar la primera mano es un gran compromiso de preparación



Ilustración 5.3.2



Ilustración 5.3.3

Un enlace primario depende del enlace químico de las capas adhesivas. El epóxico que se aplica encima de un epóxico parcialmente curado, se enlazará

químicamente con él, formando un enlace primario. La capacidad de formar un enlace químico disminuye a medida que la capa anterior de epóxico va curándose, y la unión se convierte en enlace secundario el cual requiere una preparación correcta de la superficie.

### **5.5.- Preparación de superficie con presencia de empañamiento (*Blushing*).**

Para eliminar las manchas, lavar a fondo la superficie con desengrasante y una esponja abrasiva, enjuagar con agua limpia. Secar la superficie con trapo limpio para eliminar las manchas disueltas antes de que se sequen nuevamente en la superficie, lijar cualquier zona con brillo, con papel de lija de grano 80 y aspirar para asegurarse que esté libre de polvos.

### **5.6.- Pintando sobre epóxicos.**

Antes de aplicar recubrimientos que no sean epóxicos, como poliuretanos, primarios para fondos, barnices, etc. Deje que las superficies de epóxico se curen completamente, luego lave, lije, limpie y realice la aplicación de acuerdo a la ficha técnica del producto.



### **5.7.- Sustratos comunes de pisos.**

**5.7.1.- Concreto.-** Realizar la limpieza de la superficie, retiro de ceras, grasas, aceite, con desengrasante adecuado haciendo uso de cepillos duros, si se lleva a cabo el lavado total de la superficie tendremos que dejar secar, antes de empezar la preparación de la superficie, el sistema de lijado mecánico, es el más adecuado con lijas grano 24 o 36 de esmeril. Para que se obtenga un perfil de anclaje de 50 micras mínimo, los concretos pulidos deberán ser tratados con maquina escarificadora, ya sea de rodillo de estrellas de diamante (*blast track*) o con esmeriladora de 2,900 rpm, máximo y aditamento con estrellas de diamante, esto dependerá de las facilidades del área por preparar. Recordar que los

espesores de película serán de 400 micras mínimo, así que un rayado o escarificado de 50 micras no se apreciará en el acabado, pero dará la seguridad de un buen anclaje, aspirar antes de aplicar la primera mano del recubrimiento.

**5.7.2.-Asfalto.-** Lavar con desengrasantes, dejar evaporar el agua, eliminar toda contaminación y falsas adherencias. Lijar a fondo con lija de grano 40 hasta obtener un acabado homogéneo y aspirar eliminando todo rastro de impureza.

**5.7.3.-Mosaico.-** Eliminar cualquier pintura o recubrimiento anterior mediante lijado, es necesario lavar con una solución diluida al 5% de ácido clorhídrico en agua, enjuagar a fondo con agua y neutralizar el pH con solución de carbonato de sodio al 5%, dejar secar completamente antes de aplicar el recubrimiento, en este caso fue la acción del ácido la que proporcionó la rugosidad adecuada para lograr un buen perfil de anclaje. Las condiciones alcalinas del mosaico reaccionaron con el ácido y provocaron esa rugosidad requerida, para la buena aplicación del recubrimiento. Este procedimiento es muy común en pisos de áreas de electrodeposición, estas concentraciones ácidas acaban con los pisos no protegidos.

**5.7.4.- Hormigón. -** Retirar cualquier recubrimiento anterior y cepillar con un cepillo de alambre, sobre todo para retirar falsas adherencias, eliminar polvo y residuos antes de aplicar el recubrimiento, en este tipo de sustrato tenemos un excelente perfil de anclaje ya que por su composición mezclas de cemento arena y su forma de aplicarlo a cuchara y plana crea una textura adecuada.

**5.7.5.-Cerámica porcelanizada. –** Limpiar la cerámica y hacer uso de piedra de esmeril para acabar con el brillo de la loseta, con esmeriladora de copa, de grano grueso o maquina desbastadora, con piedras de esmeril grano 40. Una vez esmerilada la superficie se deberá aspirar y dar la primer mano con endurecedor de baja viscosidad, para obtener mayor absorción y lograr una buena adherencia. Un riego de arena sílica malla 40 – 50, favorece la adherencia de capas posteriores.

#### **5.7.6.- Acero en escaleras de emergencia y plantas químicas.-**

Desengrasar y luego lijar a fondo, lo ideal sería un arenado (*sand blast*) o granallado, a metal blanco, mínimo grado comercial con perfil 2 mils, retirando toda contaminación para dejar expuesto el metal brillante. Aplicar el epóxico lo antes posible y en todo caso en menos de cuatro horas, después de haber terminado la preparación de la superficie, imprimir con el epóxico adecuado. Se debe tener precaución y verificar la temperatura de rocío, la humedad relativa y observar pronósticos del clima, por si se presume lluvia, posponer la aplicación y proteger las superficies preparadas evitando su oxidación.

#### **5.8.- Aplicación de imprimante (primario)**

Antes de mezclar el epóxico, imprimante asegúrese de que se ha completado la preparación de las superficies, reúna todos los dispositivos y las herramientas que vaya a necesitar para la aplicación, cubra con papel y cinta de enmascarar (*masking tape*), cualquier zona que necesite protección o para limitar áreas.

#### **5.9.- Barrera anti humedad cisternas, albercas, tanques.**

Estos espacios han sido los favoritos de los recubrimientos epóxicos 100% sólidos, en ellos se aprovecha la característica, de ser un recubrimiento libre de solventes, donde perfectamente cualquier persona podrá realizar el trabajo de aplicación, con suficientes márgenes de seguridad al no haber posibilidad de intoxicaciones o pérdidas del conciencia, al ser una recubrimiento monolítico, liso, impermeable, sin porosidades evitará la formación de moho.



Se reducirán los costos por los equipos de iluminación anti- explosión, el nulo gasto de mantenimiento, la facilidad de limpieza y lavado inclusive aspirado en presencia de agua como el caso de las albercas.

El tratamiento de la superficie, será de acuerdo a las recomendaciones expuestas anteriormente, caso de concretos y hormigón que son los materiales con los que comúnmente se construyen estos espacios, pero como en este caso tendremos la presencia de agua permanentemente, aquí el objetivo del recubrimiento, es aplicar un grosor suficiente de epóxico, para proporcionar una barrera eficaz contra la humedad y una apariencia lisa para el acabado final.

Aplicar un mínimo de dos capas de epóxico, para uso en agua potable bajo norma FDA, (*Food Drugs Administration*) <sup>(48)</sup>. Para obtener una barrera eficaz contra la humedad, se recomiendan formulaciones en base resinas epóxicas tipo Novolac,<sup>(49)</sup> la barrera anti humedad se incrementa con la aplicación de capas adicionales de resina epóxica en su versión Novolac. En reparaciones se deben aplicar las capas necesarias para garantizar el buen funcionamiento del producto. El uso de fibras de refuerzo base poliéster es muy adecuado y un espesor de 600 micras es muy aceptable para estas funciones.

#### **5.10.- Tratamiento contra la ósmosis**

Se sabe que los sistemas epóxicos, forman una de las barreras anti humedades más eficaces, para recubrir concretos en cisternas y albercas, así como tanques de almacenamiento y canales de distribución de agua.

No obstante, todos los datos disponibles actualmente sugieren que una barrera de epóxico de formulación especial es el mejor método conocido para reparar filtraciones y evitar que se formen nuevas fisuras. Sabemos por datos de pruebas y observaciones que seis capas de un recubrimiento epóxico 100% sólido reducirán de forma significativa la posibilidad de que el vapor de agua penetre.

## **CAPÍTULO VI**

### **6.- MANEJO DE LOS SISTEMAS EPÓXICOS.**

Esta sección explicará los fundamentos de la seguridad, en el manejo de los sistemas epóxicos.

#### **6.1.- Seguridad de los sistemas epóxicos.**

Los epóxicos son seguros cuando se manejan correctamente, pero es importante conocer sus peligros y tener precauciones para evitarlos.

#### **6.2.- Peligros.**

El principal peligro asociado al sistema epóxico se refiere al contacto con la piel. La resina puede causar irritación moderada de la piel. Los endurecedores o agentes curantes, pueden causar irritación severa de la piel. Las resinas y los endurecedores pueden afectar a pieles sensibles y causar una reacción alérgica, pero la experiencia confirma, que la mayoría de las personas no son sensibles a la resina y los endurecedores. Estos peligros disminuyen a medida que la mezcla resina/endurecedor se aproxima al curado completo y también son aplicables al polvo que proviene del lijado del recubrimiento epóxico parcialmente curado. Es importante consultar en Hojas de Datos de Seguridad de Materiales las advertencias específicas y la información de seguridad de los productos.

#### **6.3.- Precauciones.**

**6.3.1.-** Usar guantes, lentes y ropa de protección al manejar materiales epóxicos y sus endurecedores. Una crema ofrece protección adicional para pieles sensibles y personas alérgicas. No utilizar disolventes para eliminar epóxicos de la piel. Inmediatamente después de que entre en contacto con la piel, la resina, endurecedor, polvo de lijado de epóxicos, utilice crema para realizar una limpieza inicial, y luego lave la piel con agua templada y jabón.

Si desarrolla una erupción cutánea mientras trabaja con epóxicos deje de usar el producto hasta que la erupción desaparezca por completo. Si los problemas persisten al reanudar el trabajo, deje de usarlo y consulte a un médico.

**6.3.2.** Proteja sus ojos, usar lentes siempre, el contacto con resina, endurecedor, epóxico mezclado o polvo de lijado, puede ocasionar daños severos a su ojos, esto se evita llevando protección ocular apropiada. Si se produce contacto, enjuague los ojos inmediatamente con agua durante 15 minutos. Si el malestar persiste busque ayuda médica.

**6.3.3.** Si un bote de mezcla resina/endurecedor empieza a producir una reacción exotérmica (calentarse), llévelo rápidamente al aire libre. Evite respirar los vapores. Deseche la mezcla hasta que la reacción se haya completado y enfriado como medida de seguridad.

Evite respirar vapores concentrados y polvo de lijado. Los vapores de epóxico pueden acumularse en espacios sin ventilación. Deberá proporcionarse una buena ventilación al trabajar en lugares confinados, tales como el interior de una cisterna, sótanos, área de cimentaciones, etc. Cuando no es posible tener una ventilación adecuada, se recomienda el uso de un equipo de respiración autónomo.

**6.3.4.-** Evite la ingestión. Lávese bien después de manejar el epóxico, especialmente antes de comer. Si ingiere epóxico, beba grandes cantidades de agua, no provoque el vómito. Llame a un médico inmediatamente. Consulte los procedimientos de primeros auxilios en la hoja de datos de seguridad de los materiales MSDS.

**6.3.5.-** Mantener las resinas, los endurecedores, disolventes, herramientas y equipos fuera del alcance de los niños.

#### **6.4.- Limpieza**

Impida que se extiendan los derrames usando arena, arcilla u otro material absorbente inerte y utilice una espátula o cuña para recoger la máxima cantidad posible de material. Continúe limpiando con trapo absorbente.

No utilizar aserrín u otros materiales finos de celulosa, para absorber los endurecedores, ni desechar el endurecedor en basura que contenga aserrín u otro material fino de celulosa, puede producirse una combustión espontánea.

Limpiar la resina, los residuos de epóxico mezclado o el epóxico sin curar y residuos de endurecedor con limpiador desengrasante industrial.

No eliminar resina o endurecedor en estado líquido. La resina y el endurecedor a desechar deben mezclarse y curarse (en pequeñas cantidades) hasta que forme un sólido inerte no peligroso.

Los grandes volúmenes de epóxico en proceso de curado, pueden alcanzar temperaturas suficientemente altas, para prender fuego a materiales combustibles, colindantes y producir vapores peligrosos. Colocar los recipientes de epóxico mezclado, en una zona segura y ventilada alejada de trabajadores y de materiales combustibles. Desechar la masa sólida cuando el curado esté completo y se haya enfriado. Cumpla la normativa local en materia de eliminación de residuos.

#### **6.5.- Almacenamiento en clima frío.**

Es mejor almacenar los materiales por encima de los 10°C con las tapas de los recipientes firmemente cerradas. Si se almacena la resina epóxica en un frío intenso, seguro habrá cristalización. Pero la formación de cristales no daña el comportamiento de la resina y es posible corregir esta situación. Calentar agua en un recipiente lo suficientemente grande para que quepa el recipiente de resina epóxica o del endurecedor (baño María). Retirar las tapas de los recipientes para evitar la acumulación de presión y colocar el recipiente dentro del recipiente con agua caliente. Tener cuidado de que no entre agua en el recipiente de la resina.

Remover el epóxico con una pala limpia hasta que se vuelva transparente y todos los cristales se hayan derretido, retirar el recipiente del agua, coloque la tapa y apriétela bien e invierta el recipiente para derretir cualquier cristal que esté adherido a la parte superior del recipiente.

## CONCLUSIONES

### **¿Por qué un piso epóxico 100% sólidos?**

Tiene un costo más elevado ya que un producto puro cuesta más que una solución o dilución, pero la cantidad de material aplicado sobre la superficie será mayor, en el caso de los 100% sólidos, este gran espesor se realiza en una sola aplicación, con mayor durabilidad y con mínima mano de obra. Los sistemas epóxicos son libres de solventes tóxicos. Las resinas epóxicas 100% sólidas no ponen en peligro la vida de los obreros que llevaran a cabo las aplicaciones de los productos, ni tampoco al usuario que no puede dejar de trabajar o suspender las labores de la fábrica, hospital, escuela, hotel, etc. No hay posibilidades de intoxicaciones por inhalación prolongada ni riesgo de incendio o explosión o de propiciar el inicio a una adicción. Hay que agradecer a nuestras autoridades sanitarias y ecológicas la aplicación de normatividades y restricciones sobre el uso de solventes dañinos a la salud y al medio ambiente.

### **Características sobresalientes de los pisos epóxicos 100% sólidos:**

Los sistemas con resinas epóxicas 100% sólidas y endurecedores proporcionan una combinación única de propiedades, que los hacen el producto idóneo para su uso en las edificaciones, incorporándose a la arquitectura y adaptándose a las normas ambientales y ecológicas con sobrados beneficios:

- 1.- El contenido de VOC es extremadamente bajo.
- 2.- Excelente resistencia mecánica.
- 3.- Alta resistencia a la abrasión y el desgaste.
- 4.- Diferentes niveles de dureza (ajustable).
- 5.- Muy buena adherencia a todos los sustratos de construcción.
- 6.- Alta resistencia a la compresión y al impacto.

- 7.- Acabados autonivelados por gravedad.
- 8.- Pisos integrales, monolíticos, sin juntas.
- 9.- Acabado aséptico, antibacterial.
- 10.- Alta resistencia a productos químicos (ácidos, álcalis).
- 11.- Sobresaliente resistencia al lavado con agua.
- 12.- Buena resistencia al ataque con solventes.
- 13.- Facilidad de soportar el choque térmico.
- 14.- Excelente aislante eléctrico.
- 15.- Acepta cargas conductivas y disipativas.
- 16.- Buena capacidad de protección pasiva ante el fuego.
- 17.- Flexible, modifica su estructura rígida.
- 18.- Alta capacidad de recibir pigmentaciones.
- 19.- Se logran espesores gruesos en una sola aplicación.
- 20.- Se obtienen acabados lisos, rugosos y antiderrapantes.
- 21.- Seca a temperatura ambiente.
- 22.- Se tiene la facilidad de intercambiar endurecedores.
- 23.- La velocidad de curado es ajustable.
- 24.- Se pueden ocupar en trabajos submarinos.
- 25.- Se pueden aplicar en ambientes con alta índice de humedad.

26.- Excelente estabilidad dimensional al curar.

27.- Muy ligero, de bajo peso por M<sup>2</sup> instalado.

28.- Facilidad de aplicación, rapidez.

29.- Sin riesgo de incendio o explosión.

30.- Bajo costo comparativo.

Permanentemente se formulan sistemas, se prueban y mejoraran las resinas y los endurecedores. Creando los sistemas epóxicos más confiables y equilibrados que se puedan encontrar en el mercado para casi cualquier requerimiento, lo que ha permitido optimizar equipos, para la preparación de superficies, aplicación de primarios epóxicos, formulación de morteros y aplicación de acabados, sobre superficies como concreto, aplanados de cemento arena, yeso, madera, tablaroca, durock, algunos plásticos, fibra de vidrio, acero, aluminio, acero galvanizado, mármol, mosaico, loseta vinilica, porcelanato, cerámica, terrazo, granito, etc. Los pisos epóxicos no tienen limite en sus dimensiones pudiéndose lograr áreas tan grandes como el sistema constructivo de ingeniería civil lo tenga proyectado.

# APENDICE 1

Hoja de datos de seguridad de materiales (*Material safety data sheet*).<sup>(50) (51)</sup>

**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL (MSDS)  
THOR parte A (resina)**

**EPOXYTOP**

## **I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA**

Empresa: Recubrimientos y Pinturas Thor,  
S.A. de C.V.  
Domicilio: Dr. Duran 20-A.  
Col. Doctores CP. 06720.  
Cuauhtémoc, México, D.F.

Nombre del Producto: **EPOXY TOP THOR, cristal y colores**  
Descripción del Producto: Resina epóxica de alta  
resistencia  
Cristalina o Pigmentada.

Números en caso de emergencias: +52(55)55-88-09-08  
+52(55)55-88-03-53

Fecha de preparación o revisión: 02 enero 2012  
Reemplaza: 15 septiembre 2011  
Para obtener la información más  
actualizada de MSDS, visite  
nuestro sitio Web en:  
[www.pinthor.com](http://www.pinthor.com)

## **II. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE INGREDIENTES**

<b>Nombre químico</b>	<b>Números de CAS</b>
Bisfenol A / Epiclorhidrina Modificada(resina epoxy)	25068-38-6
Talco	1 48007-96-6
Sílice, amorfo (ahumado)	67762-90-7
Bióxido de titanio	131 7-80-2

Los restantes ingredientes se designan como "SECRETO COMERCIAL"

## **III. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS**

## GUÍA GENERAL DE EMERGENCIAS

No corrosivo.

Puede irritar ojos y piel.

Puede causar sensibilización de la piel.

## POSIBLES EFECTOS SOBRE LA SALUD

### AGUDOS

Contacto con los ojos:	Puede causar irritación, inflamación, enrojecimiento o daño de córnea.
Contacto con la piel:	Irritación moderada. Puede causar sensibilización de la piel, evidenciada por sarpullido y urticaria.
Inhalación:	Irritación moderada de la nariz y las vías respiratorias. Puede causar depresión al sistema nervioso central, evidenciada por dolor de cabeza, mareo y náusea.
Ingestión:	Puede causar irritación al tracto gastrointestinal. Puede causar depresión en sistema nervioso central u otros efectos sistémicos.
Efectos Sistémicos:	Pulmones, ojos y piel.

---

## IV. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos:	Lave inmediatamente los ojos, manteniéndolos abiertos, con abundante agua fría por lo menos durante 15 minutos. Descanse los ojos durante 30 minutos. Si el enrojecimiento, ardor, visión borrosa o inflamación persisten, <b>CONSULTE CON UN MEDICO.</b>
Contacto con la piel:	Quite el producto e inmediatamente lave la zona afectada con agua y jabón. No aplique grasas ni pomadas. Quítela ropa contaminada. Lave la ropa con agua y jabón antes

<p>Ingestión:</p> <p>Nunca administre nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua, luego beba sorbos de agua para quitar el sabor de la boca. <b>CONSULTE CON UN MEDICO</b> si los vómitos ocurren espontáneamente, mantenga la cabeza por debajo de las caderas para evitar la aspiración.</p> <p>Inhalación:</p>	<p>de utilizar de nuevo enrojecimiento, ardor, o inflamación persisten, <b>CONSULTE CON UN MEDICO.</b></p> <p><b>NO SE PROVOQUE VOMITO.</b></p> <p>Lleve al paciente al aire fresco. Si el paciente sigue experimentando dificultades para respirar, <b>CONSULTE CON UN MEDICO.</b></p>
---	---

## **V. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS**

<p>Medios apropiados para extinción:</p>	<p>Niebla de agua, bióxido de carbono o químico secos, espuma acuosa.</p>
<p>Peligros de incendio y explosión:</p>	<p>La descomposición peligrosa de productos pueden ocurrir cuando los materiales polimerizan a temperaturas mayores de 500 ° F. (260°C). No permita que los derrames desde el lugar del fuego entren en drenajes o cursos de agua.</p>
<p>Equipo y procedimientos</p>	<p>Use equipo completo de ropa protectora y equipo contra incendios y equipo de respiración autónomo para combatir el incendio. Aísle las fuentes de combustible del fuego. Aleje del área del incendio a quien no sea personal de emergencia. Utilice agua para rociar y enfriar las superficies y recipientes expuestos al fuego.</p>

## VI. MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL

Precauciones personales:	Tenga mucho cuidado al limpiar los derrames. Detenga los derrames sin riesgos personales siempre que sea posible. Use ropa protectora adecuada, guantes y protección ocular/facial. Evacue al personal hacia áreas seguras.
Precauciones medioambientales:	Construya un dique para evitar la propagación. Manténgalo lejos de alcantarillas, desagües pluviales, aguas de superficie y suelos.
Métodos de limpieza:	<b>Derrames pequeños:</b> Absorba con materiales adecuados como arcilla, arena u otro material apropiado no reactivo. Colóquelo en recipientes a prueba de filtraciones. Séllelos firmemente para su adecuado desecho. <b>Derrames grandes:</b> Acérquese con cautela a las presuntas áreas de derrames. Construya un dique o zanja para contener el material. Absorba con materiales adecuados como arcilla, arena u otro material apropiado no reactivo. Colóquelo en recipientes a prueba de filtraciones. Séllelos firmemente para su adecuado desecho.
Información adicional:	Notifique a las autoridades si ocurre o es probable que ocurra

alguna exposición al público en general o al medioambiente.  
Deséchelo de acuerdo con las reglamentaciones federales, estatales y locales.

---

## **VII. ALMACENAMIENTO Y MANEJO**

Almacenamiento:	Manténgalo alejado de: ácidos, oxidantes, calor o llamas. Manténgalo en recipientes cerrados en un lugar fresco, seco y bien ventilado. Proteja los recipientes contra daño físico.
Manejo:	Para evitar el contacto con la piel o los ojos bajo las condiciones previsibles de uso, utilice ropa protectora y gafas de protección. Mientras manipula el material no coma, no beba ni fume. Lávese completamente luego de manipular el material. Evite respirar los vapores. Úselo en un área de trabajo bien ventilada.

## **VIII. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

Medidas de protección:	Use equipos de protección personal adecuada.
Protección ocular:	Evite el contacto con los ojos. Use gafas protectoras contra salpicaduras químicas o gafas de seguridad con cubierta lateral.
Protección de las manos:	Use guantes resistentes a productos químicos como: Nitrilo, neopreno, butilo.
Protección de cuerpo y de la piel:	Use guantes resistentes a productos químicos y la ropa que se requiera para minimizar el contacto.

Protección respiratoria: No se requiere en áreas ventiladas apropiadamente.

<b>COMPONENTES</b>	<b>ACGIH ( TLV )</b>	<b>OSHA ( PEL )</b>
Bisfenol A/ Epiclorhidrina (Resina epóxica)	N/E	N/E
Talco, Respirable	2 mg/m <sup>3</sup>	5 mg/m <sup>3</sup>
Sílice, amorfa inhalable	6 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/ m <sup>3</sup>
Bióxido de titanio, polvo total	10 mg/ m <sup>3</sup>	10 mg/ m <sup>3</sup>

## **IX. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

Fórmula:	Líquida.
Color:	Cristalino y pigmentados.
Olor:	Leve.
Presión de vapor:	No volátil.
Punto de ebullición:	N/E.
Punto de congelación:	N/E.
Punto de inflamación:	288° F (142° C.) Recipiente cerrado.
Gravedad Especifica:	1.52 @ 72° F.
Solubilidad en agua:	Insoluble.

## **X. INFORMACIÓN DE REACTIVIDAD**

Estabilidad:	Estable bajo condiciones normales de almacenamiento.
Condiciones a evitar:	Químicos incompatibles, calor, y llamas.
Materiales a evitar:	Agentes oxidantes, ácidos, bases orgánicas y aminas.
Productos peligrosos de	La combustión puede producir monóxido de carbono, la descomposición: dióxido de carbono, aldehídos, ácidos y otras sustancias orgánicas.
Peligros de polimerización:	No ocurrirá.

## **XI. PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS**

Oral aguda ( LD<sub>50</sub>, Rata): N/E.

Dérmica aguda ( LD<sub>50</sub>, Conejo): N/E.

Aguda por inhalación ( LD<sub>50</sub>, Rata): N/E.

Peligro crónico para la salud. El éter diglicidilo de bisfenol A mostró una muy débil carcinogenicidad en bioensayos con ratones de 2 años. Este mostró actividad en pruebas de detección in vitro de mutagenicidad microbiana y produjo aberraciones cromosómicas en cultivos de células de hígado de rata. No produjo actividad cuando se probó en ensayos de mutagenicidad in vivo.

---

## **XII. CONSIDERACIONES DE DESECHO**

Desecho de residuos / productos	Este material no es un desecho peligroso según criterio no usados:
RCRA (40 CFR. 261).	Deseche el recipiente y el contenido no utilizado de acuerdo con los requisitos federales, estatales y locales.

---

## **XIII. TRASPORTE**

1.- CLASE: DEBE DE ESTAR DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS Y CON LAS NORMAS QUE PARA EL EFECTO SE EXPIDAN. 9 (NO REGULADA)

2.- LA NOM-004- SCT-1994: SETIQ 91-800-00-214

3.- RECOMENDACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS:

4.- GUÍA NORTEAMERICANA DE REPUESTA EN CASO DE EMERGENCIA: 127,128

---

## **XIV. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

<b>País</b>	<b>Lista de reglamentaciones</b>
EE. UU.	TSCA

Clasificación de peligro EPA SARA Título III sección 312 (40 CFR. 370): Peligros agudos / crónicos para la salud.

Componentes EPA SARA Título III Sección 313 (40 CFR. 372) sobre el nivel "de minimus": Ninguno.

EE.UU. California "Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act" (Leyes sobre agua potable inocua y tratamiento de residuos tóxicos) (Proposición 65): Este producto contiene pequeños rastros de los siguientes químicos que según el estado de California causan cáncer y / o toxicidad reproductiva y otros daños.

Componentes	Norma	Concentración	Comentarios
Fenilglicidil éter*	ACGIH	< 3 ppm	Cancerígeno
Epiclorhidrina *	ACCGIH	< 1 ppm	Cancerígeno

\*Puede ser absorbido a través de la piel.

## XV. OTRA INFORMACIÓN

Clasificación HMIS

Salud	Inflamabilidad	Peligro Físico
2	1	0

N/E – No Establecido

Esta hoja de datos de seguridad del material (MSDS) está preparada por Recubrimientos y Pinturas Thor, En conformidad con los requerimientos de OSHA 29 CFR. Parte 1910.1200. La información que contiene se ofrece de buena fe y se considera exacta a la fecha de presentación de esta MSDS. Esta MSDS se provee sólo con el propósito de brindar información relativa a salud, seguridad y medio ambiente. No se proporciona ninguna garantía explícita ni implícita. Las precauciones de salud y seguridad pueden no ser adecuadas para todos los individuos y/o situaciones. Es obligación del usuario evaluar y usar este producto en forma segura y acatar todas las leyes y reglamentos aplicables.

## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL (MSDS) EPOXYTOP THOR parte B (endurecedor).

### I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA

Empresa: Recubrimientos y Pinturas Thor, S.A. de C.V.

Domicilio: Dr. Duran 20-A.  
Col. Doctores CP. 06720.  
Cuauhtémoc, México, D.F.

Nombre del producto: **ENDURECEDOR PARA EPOXYTOP THOR.**

Número en caso de emergencias: 55-88-09-08.  
55-88-03-53.

Fecha de preparación o revisión: 01 enero 2009  
Reemplaza: 15 septiembre 2008  
Para obtener la información más actualizada de MSDS, visite nuestro sitio Web en [www.pinthor.com](http://www.pinthor.com)

### II. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE INGREDIENTES

Nombres químicos	Números de CAS:
Aminas alifáticas	N/E
Sílice, amorfo (ahumado)	67762-90-7

Talco	14807-96-6
-------	------------

Los restantes ingredientes se designan como "SECRETO COMERCIAL".

### III. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

#### **GUÍA GENERAL DE EMERGENCIAS**

Corrosivo.

Severa irritación a los ojos y a la piel.

Puede causar sensibilización de la piel.

Los Componentes del producto pueden afectar el sistema nervioso.

#### **POSIBLES EFECTOS SOBRE LA SALUD**

##### **AGUDOS**

Contactos con los ojos:	Irritación severa, inflamación, lagrimeo, enrojecimiento o daño de córnea. Puede causar quemaduras y daño en los tejidos.
Contacto con la piel:	Irritación severa, Puede causar quemaduras y daño en los tejidos. Puede causar sensibilización de la piel, por sarpullido y urticaria.
Inhalación:	Irritación moderada de la nariz y las vías respiratorias. Puede causar depresión al sistema nervioso central, evidenciada por vértigo, dolor de cabeza, mareo y náusea.
Ingestión:	Puede causar irritación al tracto gastrointestinal. Puede causar dolor de cabeza y náusea. Puede causar depresión en el sistema nervioso central u otros efectos sistémicos.
Efectos sistémicos:	Pulmones, ojos y piel.

---

### IV. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos:	Lave inmediatamente los ojos, manteniéndolos abiertos, con agua fría por lo menos durante 15 minutos. Si el enrojecimiento, ardor, visión
------------------------	---

Contacto con la piel:	borrosa o inflamación persiste, <b>CONSULTE CON UN MEDICO.</b> Quite el producto e inmediatamente lave la zona afectada con agua y jabón. No aplique grasas ni pomadas. Quite la ropa contaminada. Lave la ropa con agua y jabón antes de utilizarla de nuevo. Si el enrojecimiento, ardor, o inflamación persiste, <b>CONSULTE CON UN MEDICO.</b>
Ingestión:	<b>NO PROVOQUE VÓMITO.</b> Nunca administre nada por la boca a una persona inconsciente. Enjuague la boca con agua, luego beba sorbos de agua para quitar el sabor de la boca. <b>CONSULTE CON UN MEDICO</b> si los vómitos ocurren espontáneamente, mantenga la cabeza por debajo de las caderas para evitar la aspiración.
Inhalación:	Lleve al paciente al aire fresco. Si el paciente sigue experimentando dificultades para respira, <b>CONSULTE CON UN MEDICO.</b>

## **V. MEDIDAS CONTRA INCENDIOS**

Medios aprobados para extinción:	Rocío, niebla o espuma de agua, dióxido de carbono, químicos secos, polvo de piedra caliza.
Peligro de incendios y explosión:	A altas temperaturas se pueden producir vapores irritantes o tóxicos. En caso de incendio puede producir monóxido de carbono, óxido de nitrógeno tóxico, amoniaco y dióxido de carbono. El uso de agua puede resultar en la formación de una solución acuosa muy tóxica. No permita que los derrames desde el lugar del

Equipos y procedimientos	fuego en drenajes o cursos de agua. Use equipo completo de ropa protectora y equipo de contra incendio: respiración autónoma para combatir el incendio. Aísle las fuentes de combustible del fuego. Aleje del área del incendio a quien no sea personal de emergencia.
--------------------------	---

---

## **VI. MEDIDAS EN CASO DE DERRAME ACCIDENTAL**

Precauciones personales:	Tenga mucho cuidado al limpiar los derrames. Detenga los derrames sin riesgo personal siempre que sea posible. Use ropa protectora adecuada, guantes y protección ocular / facial. Evacue al personal hacia áreas seguras.
Precauciones medioambientales:	Construya un dique para evitar la propagación. Manténgalo lejos de alcantarillas, desagües pluviales, aguas de superficie y suelo.
Métodos de limpieza:	<b>Derrames pequeños:</b> Absorba con materiales adecuados como arcilla, arena u otro material apropiado no reactivo. Colóquelo en recipientes a prueba de filtraciones. Séllelo firmemente para su adecuado desecho. <b>Derrames grandes:</b> Acérquese con cautela a las presuntas áreas de derrames. Construya un dique o zanja para contener el material. Absorba con materiales adecuados como arcilla, arena u otros materiales apropiados no reactivos. Colóquelo en recipientes a prueba de filtraciones. Séllelos firmemente para su adecuado desecho.

Información adicional: Notifique a las autoridades si ocurre o es probable que ocurra una exposición al público en general o al medio ambiente. Deséchelo de acuerdo con las reglamentaciones federales, estatales y locales.

## **VII. ALMACENAMIENTO Y MANEJO**

Almacenamiento: Manténgalo alejado de: ácidos, calor o llamas.  
Manténgalo en recipientes cerrados en un lugar fresco, seco y bien ventilado. Proteja los recipientes contra daño físico.

Manejo: Para evitar el contacto con la piel o los ojos bajo las condiciones previsibles de uso, utilice ropa protectora adecuada y gafas de protección. Mientras manipula el material no coma, no beba ni fume. Lávese completamente luego de manipular el material. Evite respirar los vapores. Úselo en un área de trabajo bien ventilada.

---

## **VIII. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

Medidas de protección: Use equipo de protección personal adecuado.

Protección ocular: Evite el contacto con los ojos.  
Use gafas protectoras contra salpicaduras químicas o gafas de seguridad con cubierta lateral.

Protección de las manos: Use guantes resistentes a productos químicos como: Nitrilo, neopreno, butilo.

Protección del cuerpo y de la piel: Use guantes resistentes a productos químicos y la ropa

Protección respiratoria: que se requiera para minimizar el contacto.  
No se requiere en áreas ventiladas apropiadamente.

Limites de exposición:

<b>Nombres químicos</b>	<b>ACGIH ( TLV )</b>	<b>OSHA ( PEL )</b>
Aminas alifáticas	N/E	N/E
Sílice, amorfo (ahumado), inhalable	6 mg / m <sup>3</sup>	10 mg / m <sup>3</sup>
Talco, respirable	2 mg / m <sup>3</sup>	5 mg / m <sup>3</sup>

## **IX. PROPIEDADES FÍSICAS**

Forma.	Líquido.
Color:	Ámbar.
Olor:	Amoniaco / Aromático.
Punto de ebullición:	N/E.
Punto de congelación	N/E.
Presión de vapor:	N/E.
Punto de inflamación:	255° F (124° C) Recipiente cerrado.
Gravedad específica:	1.59@ 72° F.
Solubilidad en agua:	Escasa.

## **X. INFORMACIÓN DE REACTIVIDAD**

Estabilidad:	Estable bajo condiciones normales de almacenamiento.
Condiciones a evitar:	Químicos incompatibles, calor y llamas.
Materiales a evitar:	Agentes oxidantes, ácidos, bases orgánicas y aminas.
Productos peligrosos de monóxido de carbono,	La combustión puede producir la descomposición: dióxido de carbono, aldehídos, ácidos y otras sustancias orgánicas.
Peligro de polimerización:	No ocurrirá.

## **XI. PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS**

Oral aguda (LD <sub>50</sub> , Rata):	N/E.
---------------------------------------	------

Dérmica aguda (LD<sub>50</sub>, Conejo): N/E.  
 Aguada por inhalación (LC<sub>50</sub>, Rata) N/E.  
 Peligros crónicos para salud: Los componentes de este producto no están clasificados como carcinógenos en concentraciones de 0,1% superiores. La exposición reiterada o prolongada puede causar reacción alérgica y / o sensibilización limitada.

## **XII. CONSIDERACIONES DE DESECHO**

Derecho de residuos / productos no usado: Deseche el recipiente y el material no usado de acuerdo con las reglamentaciones federales, estatales y locales.

## **XIII. TRASPORTE**

- 1.- CLASE: DEBE DE ESTAR DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS Y CON LAS NORMAS QUE PARA EL EFECTO SE EXPIDAN. 9 (NO REGULADA)  
 2.- LA NOM-004- SCT-1994: SETIQ 91-800-00-214  
 3.- RECOMENDACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS:  
 4.- GUÍA NORTEAMERICANA DE REPUESTA EN CASO DE EMERGENCIA: 127,128

## **XIV. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

País	Lista de reglamentaciones
EE.UU.	TSCA

Clasificación de peligroso EPA SARA Título III Sección 312 (40 CFR. 370): Peligros agudos / Crónicos para la salud.  
 Componentes EPA SARA Título III Sección 313 (40 CFR.) sobre el nivel "de minimus":

Ninguno.

EE.UU. California "Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act" (Leyes sobre el agua potable inocua y tratamiento de residuos tóxicos) (Proposición 65): Este producto contiene pequeños rastros de los siguientes químicos que según el estado de California causan cáncer y/o toxicidad reproductiva y otros daños.

Componentes	Norma	Comentario
Ninguno conocido		

## **XV. OTRA INFORMACIÓN**

Clasificación HMIS

<b>Salud</b>	<b>Inflamabilidad</b>	<b>Peligro Físico</b>
3	1	0

N/E – No Establecido

Esta hoja de datos de seguridad del material (MSDS) está preparada por Recubrimientos y Pinturas Thor, En conformidad con los requerimientos de OSHA 29 CFR. Parte 1910.1200. La información que contiene se ofrece de buena fe y se considera exacta a la fecha de presentación de esta MSDS. Esta MSDS se provee sólo con el propósito de brindar información relativa a salud, seguridad y medio ambiente. No se proporciona ninguna garantía explícita ni implícita. Las precauciones de salud y seguridad pueden no ser adecuadas para todos los individuos y/o situaciones. Es obligación del usuario evaluar y usar este producto en forma segura y acatar todas las leyes y reglamentos aplicables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Dianin Alexander Pavlovich. "Condensation of ketenes with phenols" Zhurnal Russkago Fiziko-Khimicheskago Obshchestva (J. Russ. Phys. Chem. Soc. 1891.) (St. Petersburg) **23**: 488—517, 523—546, 601—611.
- 2.- Bisfenol A numero CAS. (consulta sept. 2012)  
[http://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB5854419\\_EN.htm](http://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB5854419_EN.htm)
- 3.- Datos biográficos de Alexander Dianin. (consulta sept. 2012)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Alexander\\_Dianin](http://en.wikipedia.org/wiki/Alexander_Dianin)
- 4.- Datos biográficos del Dr. Pierre Castán (consulta sept. 2012)  
<http://www.plastiquarian.com/index.php?id=98>
- 5.- Datos biográficos del Dr. Pierre Castán. (consulta sept.2012)  
[http://www.asminternational.org/portal/site/www/AsmStore/ProductDetails/?vgnnextoid=221e7e0e64\\_e18110VgnVCM100000701e010aRCRD](http://www.asminternational.org/portal/site/www/AsmStore/ProductDetails/?vgnnextoid=221e7e0e64_e18110VgnVCM100000701e010aRCRD)
- 6.- Datos biográficos del Dr. S. O. Greenlee. (consulta sept. 2012)  
<http://www.threebond.co.jp/en/technical/technicalnews/pdf/tech32.pdf>
- 7.- Patente Española del bisfenól A (consulta oct. 2012)  
[http://www.oepm.es/pdf/ES/0000/000/02/05/37/ES-2053772\\_T3.pdf](http://www.oepm.es/pdf/ES/0000/000/02/05/37/ES-2053772_T3.pdf)
- 8.- Datos biográficos de P. Schlack. (consulta sept. 2012)  
<http://pac.iupac.org/publications/pac/pdf/1967/pdf/1503x0507.pdf>
- 9.- Información sobre resinas Araldit. (consulta nov. 2012)  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Araldite>
- 10.- Información sobre la empresa Shell. (consulta nov. 2012)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Royal\\_Dutch\\_Shell](http://en.wikipedia.org/wiki/Royal_Dutch_Shell)
- 11.- Investigaciones sobre riesgos a la salud por el uso de bisfenólicas.  
[http://www.bisphenol-a-europe.org/en\\_GB/benefits](http://www.bisphenol-a-europe.org/en_GB/benefits) (consulta sept. 2012)
- 12.- Investigaciones sobre riesgos a la salud por el uso de resinas bisfenólicas.  
[http://www.bisphenol-a-europe.org/uploads/Myths&Facts\\_ES.pdf](http://www.bisphenol-a-europe.org/uploads/Myths&Facts_ES.pdf)- (consulta nov. 2012)
- 13.- Datos e investigaciones de daños a la salud provocados por el uso de plásticos basados en bisfenól. [http://en.wikipedia.org/wiki/Bisphenol\\_A](http://en.wikipedia.org/wiki/Bisphenol_A) (consulta nov. 2012)

- 14.- Datos e investigaciones de afectaciones a la salud por uso de resinas bisfenólicas. (consulta nov. 2012)  
<http://www.natural-weight-loss-myths-revealed.com/estrogen-dominance-environment.html>
- 15.- Canadá registra como sustancia tóxica al BPA. (consulta nov. 2012)  
<http://www.gazette.gc.ca/rp-pr/p2/2010/2010-10-13/html/sor-dors194-eng.html>
- 16.- Sintetizando resinas epóxicas. (consulta sept. 2012)  
<http://www.pslc.ws/spanish/eposyn.htm>
- 17.- Datos a cerca del fenol. (consulta jul. 2012)  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Fenol>
- 18.- Ernest W. Flick, Industrial Synthetic Resins. Noyes Publications 2da Ed. 1991 New Jersey, USA Sec. VI Epoxy system and related products. Pag 333-335, 343-345, 360-362.
- 19.- Epiclorhidrina datos, propiedades. (consulta sept. 2012)  
<http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol325.htm>
- 20.- Dímero, formación, características. (consulta sept. 2012)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/D%C3%ADmero\\_\(qu%C3%ADmica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/D%C3%ADmero_(qu%C3%ADmica))
- 21.- Oligómero formación, características. (consulta sept. 2012)  
<http://www.treccani.it/enciclopedia/oligomero/>
- 22.- Diamina, propiedades. (consulta sept. 2012)  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Diamina>
- 23.- Michael & Irene Ash. Every chemical technologist wants to know about. Editor Eduard Arnold Vol. 5 Pag. 82-140, Edition 1990 Gran Bretaña.
- 24.- Ulrich, Henry. Introduction to industrial polymers. Ed. Hanser 1982 Munich, Germany.
- 25.- Odian, George. Principles of polymerization 3er Ed. John Wiley & Sons New York 1989
- 26.- Seymour, Raymond. B and Carraher, Charles. Giant Molecules Ed. John Wiley & Sons Inc. New York 1990.
- 27.- Alvarado Martín Sergio Maldonado, Resinas Epóxicas en recubrimientos de protección. Tesis licenciatura 1994 Págs. 52 – 72 Facultad de Química. UNAM.

- 28.- Estequiometría cálculos. (consulta jul. 2012)  
<http://www.eis.uva.es/~qgintro/esteq/tutorial-02.html>
29. - Trietilentriamina, propiedades. (consulta jul. 2012)  
<http://en.wikipedia.org/wiki/Triethylenetetramine>
- 30.- May Clayton A. Resin Epoxy, Ed. Marcel, Decker, INC. Ed. 1988  
Editado en New York USA.
- 31.- Resinas base Bisfenol F (consulta jul. 2012)  
<http://www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/epoxi/pagina1.html>
- 32.- Resinas base Novolac. (consulta jul. 2012)  
<http://www.plenco.com/phenolic-novolac-resol-resins.htm>
- 33.- Resina epóxica auto extingüible. (TBrBPA). (consulta jul. 2012)  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Tetrabromobisphenol\\_A](http://en.wikipedia.org/wiki/Tetrabromobisphenol_A)
- 34.- Epoxy Additives Product Guide. 7201 Hamilton Boulevard, Allentown, PA.  
18195-1501 USA. Pub. No. 125-0112. Print in USA ed. 2001
- 35.- Air Products and Chemical Inc. Epoxy Additives and Resins  
7201 Hamilton Boulevard, Allentown, PA.18195-1501 USA  
Pub. No. 125-06-014-US Print in USA 2006
- 36.- Pruebas de impacto y cargas puntuales. (consulta sept. 2012)  
<http://www.astm.org/Standards/E23htm>
- 37.- Pruebas de resistencia a la fricción y el desgaste. (consulta sept. 2012)  
<http://www.astm.org/Standards/D7234.htm>
- 38.- Pruebas de resistencia a solventes y derrames químicos. (cons. sept. 2012)  
<http://www.astm.org/Standards/D1308.htm>
- 39.- Pruebas de resistencia a cambios de temperatura (choque térmico).  
<http://www.astm.org/Standards/D522.htm> (consulta sept. 2012)
- 40.- Carraher, Charles E. Jr. Essential materials for everyday living and problems  
solving. John Wiley & Sons Inc. 2 edition, 2003 p. 191-192, 218-221.  
New Jersey, USA
- 41.- Pruebas de lavado con agua y detergentes. (consulta sept. 2012)  
<http://www.astm.org/Standards/D570.htm>
- 42.- Pruebas de retardo a la acción del fuego. (consulta sept. 2012)  
<http://www.astm.org/Standards/E286.htm>

- 43.- Pruebas de control pasivo a la acción del fuego. (consulta sept. 2012)  
[http://www.ul.com/global/documents/offerings/perspectives/regulators/electrical/technicaltopics/AS\\_TME84\\_ULCS102.2.pdf](http://www.ul.com/global/documents/offerings/perspectives/regulators/electrical/technicaltopics/AS_TME84_ULCS102.2.pdf)
- 44.- Pruebas para determinar el control de la electricidad estática y su conductividad. (consultado sept. 2012)  
[.http://www.esdmexico.com/docs/Programa%20de%20Entrenamiento%20avanzado.pdf](http://www.esdmexico.com/docs/Programa%20de%20Entrenamiento%20avanzado.pdf)
- 45.- Dow Epoxy Resins. Product Stewardship ManualThe Dow Chemical Company, 2040 Dow Center, Midland MI 48674 Form No. 296-00312-898 WC+M Print in USA, August 1998
- 46.- Lon. J. Mathias Epoxy Resins.University of southern of Mississippi. Hattiesburg, MS. 39406-0076Po box. 10076 Southern station. Email: lon,mathias@usm.edu , 2011USA.
- 47.- Air Products and Chemical Inc.Epoxy Curing Agents for Flooring Applications 7201 Hamilton Boulevard Allentown, PA, 18195-1501Forma No. 125-9721 Print in USA. Ed. 1997
- 48.- Food, Drugs, Administration. (Secretaria de Salud en USA) ( sept. 2012)  
<http://www.fda.gov/Food/Resaurces%20For%20You/En.Espa%20ol/default.htm>
- 49.- Dow Epoxy Novolac Resins.High-Temperature, High Performance Epoxy Resins.The Dow Chemical Company 2040 Dow Center, Midland, MI 48674 Form No. 296-00279-999X SMGPrint in USA, October 1998
50. - Secretaria de economía Normas Mexicanas. (consulta sept. 2012)  
<http://www.economia-nmx.gob.mx/normasmx/index.nmx>
51. - Normas Oficiales Mexicanas. (consulta sept. 2012)  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Norma\\_Oficial\\_Mexicana](http://es.wikipedia.org/wiki/Norma_Oficial_Mexicana)