



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA



**“ESTUDIO DEL EFECTO DEL AGENTE ACOPLANTE
3-GLICIDOXIPIROPILTRIMETOXISILANO EN LA RESINA
EPÓXICA EPON 828 AL SER EXPUESTA A UN
AMBIENTE DE HUMEDAD RELATIVA CONTROLADA”**

**OPCIÓN I
(TESIS PROFESIONAL)**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA:
LANDY ELIZABETH UITZ MENA**

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO
2006**

INDICE

<u>CONTENIDO</u>	<u>PAG.</u>
INDICE.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE TABLAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS	
➤ Objetivo general.....	4
➤ Objetivos particulares.....	4
METAS.....	4
CAPITULO I	
FUNDAMENTOS TEORICOS	
1.1 RESINAS EPOXICAS	
1.1.1 Definición de resina epólica.....	6
1.1.2 Resina epólica EPON 828.....	8
1.2 AGENTES DE CURADO	
1.2.1 Aminas.....	9
1.2.2 Agente de curado m-fenilendiamina (MPDA).....	10

1.3 AGENTES DE ACOPLAMIENTO	
1.3.1 Agentes acoplantes del tipo silano.....	12
1.3.2 Silano Z-6040.....	14
1.4 HUMEDAD	
1.4.1 Daños ocasionados en la matriz.....	16
1.4.2 Interacciones entre el agua y la matriz.....	18
1.4.3 Transporte de humedad.....	18
1.5 PROPIEDADES MECANICAS	
1.5.1 Comportamiento de materiales sometidos a esfuerzo y deformación.....	23
1.5.2 Resistencia a la tensión (tracción).....	25

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2.1 MATERIALES EMPLEADOS.....	28
2.2 REACCIONES QUÍMICAS	
2.2.1 Enlace del silano con la resina epoxica curada con amina.	
2.2.1.1 Reacción de la resina epóxica y el agente de curado metafenilendiamina (MPDA).....	29
2.2.1.2 Proceso de hidrólisis del silano Z-6040.....	30
2.2.1.3 Enlace del silano con el polímero.....	32

2.3 PREPARACION DE MUESTRAS	
2.3.1 Elaboración de moldes.....	34
2.3.2 Elaboración de muestras.....	34
2.3.4 Acondicionamiento de muestras.....	35
2.4 ESTUDIOS DE HUMEDAD	
2.4.1 Determinación del contenido de humedad absorbida (HA).....	36
2.4.2 Determinación del contenido de pérdida de humedad (des-absorción (HD).....	37
2.5 CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE LA RESINA EPÓXICA	
2.5.1 Pruebas a tensión.....	38
 CAPITULO III	
 RESULTADOS Y DISCUSIONES	
3.1 ESTUDIOS DE HUMEDAD	
3.1.1 Absorción o ganancia de humedad (HA).....	41
3.1.2 Des-absorción de humedad (HD).....	42
3.1.3 Comparación entre ciclos de adsorción y des-absorción.....	44
3.2 CARACTERIZACION MECANICA	
3.2.1 Caracterización a tensión.....	47
CONCLUSIONES.....	50

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....51

ANEXO

RESUMEN

El estudio del efecto de agentes acoplantes en resinas epóxicas sobre las propiedades de absorción de agua y propiedades mecánicas a tensión fue realizado por medio de un sistema de resina epólica de glicidil éter de bisfenol A (DGEBA) EPON 828 entrecruzada con mfenilendiamina (MPDA) con concentraciones de 0 %, 0.5 % y 1 % del agente acoplante 3-glicidoxipropiltrimetoxisilano (Z-6040). Dichos estudios fueron llevados acabo dentro de un ambiente de humedad relativa controlada de 95% en función de los días de exposición.

La presencia de silano en la resina provoca una densidad de entrecruzamiento idéntico al de los sistemas epóxi curados con amina, por lo tanto, la reacción resina curada-silano es una copolimerización extensa. El silano reacciona con el agua, y la absorción de humedad se origina al reaccionar este mismo con los grupos libres OCH_3 del silano durante la hidrólisis, de donde se obtienen grupos hidroxilos (OH^-) libres en la cadena del polímero, por otro lado, en la resina curada con amina también se crean estos grupos altamente polares. Debido a que los grupos hidroxil retienen cierta cantidad de libertad estérica, pueden enlazar hidrógenos con grupos similares en segmentos cercanos. Sin embargo, las moléculas polares de agua pueden enlazar hidrógenos con los OH^- y aminos rompiendo de este modo el intercadenamiento de enlace de hidrógeno. De esta manera, la estructura molecular está alterada para obedecer a la presencia de humedad, donde las moléculas de agua producen el efecto de plastificación.

Los resultados de los estudios realizados mostraron un comportamiento lineal tipo Fick en las cinéticas de absorción y des-absorción de humedad. Por otra parte, se observó que la resina epólica con 1 % de silano absorbe una mayor cantidad de agua y presenta una menor

disminución del módulo elástico con respecto a la de 0 % y 0.5 %. La disminución de la resistencia a la ruptura fue independiente del contenido de silano.