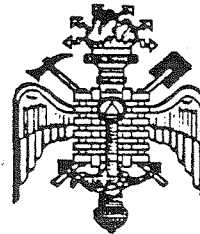


**SECRETARÍA DE LA DEFENSA NACIONAL**

**UNIVERSIDAD DEL EJÉRCITO Y FUERZA AÉREA  
ESCUELA MILITAR DE INGENIEROS**



1997

**PROYECTO PARA EL RECICLADO DE DESECHOS  
POLIMERICOS PROVENIENTES DE HOSPITALES  
MILITARES PARA SU APLICACIÓN COMO MATERIAL  
TERMICO.**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

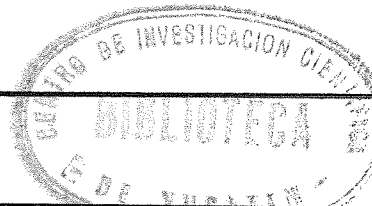
**INGENIERO INDUSTRIAL MILITAR EN LA  
ESPECIALIDAD DE INGENIERÍA QUÍMICA.**

**PRESENTA EL**

**TTE. P.I. JUAN FRANCISCO GONZALEZ REYNA.**

**MÉXICO, D.F.**

**1997.**



## INDICE.

	PAG.
ASIGNACION DE TESIS.....	ii
DEDICATORIAS Y RECONOCIMIENTOS.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	x

### CAPITULOS.

#### INTRODUCCION.

INTRODUCCION.....	1
-------------------	---

#### MARCO TEORICO.

1. GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS.....	5
1.1. Clasificación de los residuos sólidos.....	6
1.1.1. Residuos municipales residenciales.....	6
1.1.2. Residuos industriales.....	6
1.1.3. Residuos hospitalarios.....	7
1.1.4. Residuos peligrosos.....	9
1.2. Control sanitario de residuos hospitalarios.....	10
1.2.1. Descripción de los desechos hospitalarios.....	10
1.2.2. Características biológico-infecciosas de los residuos hospitalarios.....	11
1.2.3. Componentes infecciosos.....	12

1.3. Tratamiento y alternativas para la disposición final de los residuos hospitalarios.....	13
2. INTRODUCCION A LOS POLIMEROS.....	16
2.1. Generalidades.....	16
2.2. Propiedades de los polímeros.....	17
2.2.1. Polímeros cristalinos y polímeros amorfos.....	17
2.2.2. Temperatura de transición vítrea (T <sub>g</sub> ).....	18
2.2.3. Temperatura de fusión (T <sub>m</sub> ).....	19
2.2.4. Peso molecular.....	20
2.3. Polipropileno (PP).....	20
2.3.1. Estructura molecular del polipropileno.....	21
2.4. Propiedades del polipropileno.....	23
2.4.1. Solubilidad.....	23
2.4.2. Propiedades térmicas.....	23
2.4.3. Propiedades mecánicas.....	24
2.4.4. Usos del polipropileno.....	24
3. DEGRADACION Y RECICLADO.....	26
3.1. Generalidades.....	26
3.2. Degradación mecánica.....	27
3.3. Degradación del polipropileno.....	27
3.4. Reciclado.....	28
3.5. Reciclado del polipropileno.....	29
4. MATERIALES COMPUESTOS.....	32
4.1. Generalidades.....	32
4.2. Material compuesto polímero-conductor.....	34
4.3. Métodos de procesamiento de compuestos conductores granulados.....	36

4.4. Resistencia, resistividad y conductividad.....	37
4.5. Conducción de la corriente en compuestos poliméricos-conductores.....	39
4.5.1. Teoría de la percolación.....	39
4.6. Disipación térmica.....	42
4.7. Propiedades térmicas del material polipropileno-negro de humo.....	44

## METODOLOGIA.

5. PROCESAMIENTO DEL MATERIAL COMPUESTO.....	47
5.1. Descripción general del proceso.....	47
5.2. Planteamiento del problema.....	50
5.3. Hipótesis.....	50
5.4. Objetivos.....	50
5.4.1. Objetivo general.....	50
5.4.2. Objetivos particulares.....	50
5.5. Estimación de las jeringas de desecho.....	51
5.6. Caracterización del polipropileno.....	51
5.6.1. Análisis termogravimétrico (TGA).....	51
5.6.2. Calorimetría diferencial de barrido (DSC).....	52
5.6.3. Índice de fluidez.....	53
5.6.4. Peso molecular.....	55
5.7. Molido y tamizado del PP de jeringas.....	56
5.8. Características del negro de humo (NH).....	56
5.8.1. Secado del negro de humo.....	57
5.9. Mezclado.....	57
5.9.1. Formulaciones.....	58
5.10. Moldeo por compresión.....	58
5.10.1. Preparación del molde.....	58
5.10.2. Prensado.....	59

5.11. Caracterización del material polímero-conductor.....	60
5.11.1. Caracterización eléctrica y térmica.....	60
5.11.2. Caracterización mecánica.....	62
5.11.2. Caracterización morfológica.....	63
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	64
6.1. Generación de jeringas.....	64
6.2. Caracterización del PP de jeringas y del PP virgen.....	65
6.2.1. Análisis termogravimétrico (TGA).....	65
6.2.2. Calorimetría diferencial de barrido (DSC).....	67
6.2.3. Índice de fluidez.....	68
6.2.4. Peso molecular del polipropileno.....	69
6.3. Caracterización del material compuesto polímero-conductor.....	70
6.3.1. Caracterización eléctrica.....	70
6.3.2. Caracterización mecánica.....	75
6.3.3. Caracterización térmica.....	76
6.3.4. Caracterización morfológica.....	78
CONCLUSIONES.	
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
7.1. Conclusiones.....	89
7.2. Recomendaciones.....	92
BIBLIOGRAFIA.....	94
ANEXO A.....	96
ANEXO B.....	99
ANEXO C.....	105

## INTRODUCCION.

La producción de polímeros en México y a nivel mundial, está influenciada por el crecimiento de la población y el desarrollo acelerado de la ciencia y la tecnología, así como de la explotación y transformación de los recursos naturales.

Durante los últimos años, se ha hecho más evidente que los materiales no son inagotables. Este hecho incide sobre la necesidad de economizar, convirtiéndose esto en una meta primordial. Consecuentemente, cada vez será más necesaria la recolección y reutilización de los desechos plásticos generados por las industrias fabricantes y transformadoras, así como por el consumidor final, ya que presenta una fuente potencial de materia prima, en un mundo que actualmente confronta un incremento de dificultades en el agotamiento de sus recursos.

Actualmente en los Hospitales Militares y en general en todo el sector salud, se incineran una cantidad considerable de desechos poliméricos o son tirados a basureros municipales; contribuyendo de esta manera a la contaminación del medio ambiente.

Una alternativa para utilizar los desechos poliméricos provenientes de Hospitales Militares, específicamente las jeringas que son fabricadas con polipropileno (polímero comercial), es emplearlas como material resistivo (eléctrico) o térmico, para la calefacción en zonas de baja temperatura.

El material térmico consiste de una matriz polimérica a la cual se le añade polvo o partículas de un material conductor eléctrico, en general se usan metales o negro de humo. Este tipo de materiales se colocan bajo los pisos de las casas alimentándose con corriente directa o alterna. Al piso se le quita lo frío únicamente dejándolo a una temperatura aceptable al cuerpo humano.

La razón para la aplicación de estos desechos poliméricos como material resistivo es que al colocarse bajo los pisos no estará en contacto directo con las personas.

Investigadores del C.I.C.Y. (Centro de Investigación Científica de Yucatán), en su preocupación por encontrar materiales con nuevas propiedades, han estudiado y desarrollado a los materiales compuestos, con base en una matriz polimérica y partículas conductoras, con la finalidad de obtener un producto útil a nivel comercial.

El desarrollo del presente trabajo constituye una primera opción para la reutilización de los desechos poliméricos generados en los Hospitales Militares; evitando la contaminación, y además, dándoles un valor agregado, que bien puede retribuir en la fabricación de nuevos materiales y en una disminución del consumo de materia prima.

Este trabajo se realiza mediante una serie de actividades encaminadas a la obtención de un material compuesto polímero-conductor, donde la matriz polimérica estará formada por polipropileno de jeringas desechables, y la partícula conductora por negro de humo.

El trabajo consta de siete capítulos, cada uno de los cuales trata de lo siguiente:

Capítulo 1. Se describe la clasificación de los desechos sólidos y la importancia que presenta el adecuado manejo de los Desechos Médico-Infecciosos.

Capítulo 2. Se enuncian conceptos básicos sobre polímeros y se destacan las principales propiedades del polipropileno.

Capítulo 3. Se describe el fenómeno de degradación en los plásticos, así como las ventajas del reciclado de polímeros.

Capítulo 4. Se muestran las generalidades y características de los materiales compuestos polímero conductor, así como las bases bajo las cuales se puede llevar a cabo la conductividad en este material.

Capítulo 5. Se presenta el planteamiento del problema y los objetivos que se pretenden alcanzar, así como la descripción de los procesos de elaboración de los materiales compuestos; la caracterización de la materia prima y la del producto obtenido.

Capítulo 6. Se dan a conocer los resultados de la caracterización de la materia prima, de los procesos de elaboración del material compuesto polímero-conductor y su caracterización.

Capítulo 7. Se presentan las conclusiones generadas en el trabajo y las recomendaciones para la continuación y mejoramiento de este trabajo.



Para finalizar, es de vital importancia, el mencionar que el presente trabajo solo desarrolló una de las disposiciones finales que se le pueden dar a los desechos poliméricos de los Hospitales Militares, por lo que la investigación y estudio de estos materiales se hace trascendental.