

36
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"COMPUESTO POLIETILENO, CANDELILLA Y
PARAFINA (P.C.P.) USOS Y APLICACIONES

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA MECANICA)
P R E S E N T A :
GERMAN AUGUSTO GOMEZ CERVANTES



MEXICO, D. F.

1999

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

273558



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.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“COMPUESTO POLIETILENO, CANDELILLA Y
PARAFINA (P.C.P.) USOS Y APLICACIONES”**

ALUMNO: GERMÁN AUGUSTO GÓMEZ CERVANTES

DEDICATORIAS:

A mis Padres:

Augusto y Yolanda, por haberme brindado la oportunidad de demostrarles que sí podía hacerlo.

A mis Tías:

Clarita y Ana, por brindarme su apoyo durante toda mi formación escolar.

A mis Hermanos:

Mauricio y Margarita.

A la memoria de mis Tías Abuelas.

"Minina y Abuelillo" quienes con su apoyo también lograron que este trabajo llegara a su conclusión.

Al "Nene" Roby:

Por acompañarme durante toda su vida en mi etapa escolar.

A Mi:

Porque en el fondo, sabía que sí podía hacerlo.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco al Ingeniero Jesús Roviroza López:

Quién me interesó en este tema y por su invaluable paciencia

A mi Amigo Agustín Arreola Plata:

Por su incondicional ayuda y amistad.

A todos mis Profesores que compartieron sus conocimientos y experiencias conmigo.

A la **Facultad de Ingeniería de la UNAM** Institución a la que siempre recordaré con respeto y cariño.

A todos mis compañeros que cursaron la carrera conmigo en ese momento.

Y a todos mis amigos y personas que me rodearon en esos momentos para darme ánimos y seguir adelante.

**COMPUESTO POLIETILENO, CANDELILLA Y PARAFINA (P.C.P.)
USOS Y APLICACIONES**

INDICE:

OBJETIVO	2
INTRODUCCION	4
CAPITULO I: DESARROLLO DEL PROCESO	7
CAPITULO II: FABRICACION DE MOLDES PARA NUESTRO MATERIAL	17
CAPITULO III: RESULTADOS OBTENIDOS	26
CAPITULO IV: INSTRUCTIVO DEL RECIPIENTE DE FUNDICION.....	31
CAPITULO V: CONCLUSIONES.....	45
ANEXO	48
BIBLIOGRAFIA	50

OBJETIVO

OBJETIVO:

El objetivo de este trabajo es el de crear un material, el cual estará compuesto de tres elementos que finalmente lo conforman, siendo estos:

Polietileno, Candelilla Y Parafina.

Dicho material será capaz de reducir los costos desde su proceso de fabricación hasta su precio por pieza elaborada, que presente facilidad en su maquinado en cualquier máquina herramienta o equipo automatizado de control numérico, asimismo como una consecuencia directa también pueda reducir los costos de pastillas y herramientas de corte, con el uso de este material como materia prima para anteproyectos, prototipos, maquinados de prueba, ejercicios de aplicación didáctica, etc, con máquinas herramienta convencionales y/o de control numérico, y de ser posible sea reciclable.

INTRODUCCION

INTRODUCCION:

El hombre a través de su historia, como parte de su evolución, ha manejado con una gran capacidad creativa, el desarrollo progresivo en la generación de formas que le sean útiles a él y al medio que lo rodea, mediante el adecuado manejo de materiales, equipos y herramientas.

Motivado por el afán de dominar su entorno, y proporcionarse a sí mismo un ahorro en costos y energía, obtiene los elementos necesarios para el mejor desarrollo de sus equipos y de la materia prima necesaria. Los objetos, artefactos, equipos, herramientas y utensilios creados por él, requieren de todo un elaborado proceso y manejo conceptual para dar paso al surgimiento de los mismos y cubrir así sus necesidades primarias y de satisfacción personal.

Con la mejor intención de poder brindar una alternativa más a las ya existentes dentro del área de los materiales, se plantea el presente trabajo y con esto ofrecer una opción más en el uso y aplicación de los materiales.

Este trabajo se establece , con la finalidad de crear un material compuesto de tres elementos fundamentales que lo conforman, los cuales son: polietileno, candelilla y parafina.

La importancia de la presente investigación destaca su posible impacto y/o desarrollo en diversas áreas de trabajo, por ejemplo, en el área de diseño, de manufactura de materiales, de modelado, etc. El compuesto polietileno, candelilla y parafina (P.C.P.), ofrece mejoras en sus características propias hasta en un 90% en comparación con materiales conocidos y de manejo actual, de acuerdo a los fines con los que fue diseñado.

Es así que el presente desarrollo contempla las características de una fusión de elementos que al conjuntarse adquieren en su unión las propiedades del material que nos ocupa, para darle un uso o aplicación específica. Otro aspecto que hay que destacar es que a medidas de conocerlo y de trabajar con este material, se pueden abrir nuevos horizontes y expectativas en varias áreas como ya se mencionó anteriormente, debido a que el tema es o puede ser muy extenso, esta tesis sólo se enfocará a tratar algunas de estas expectativas de un futuro y prometedor desarrollo de este compuesto, que de aquí en adelante lo llamaré "P.C.P." iniciales de los elementos que lo constituyen, es decir, Polietileno, Candelilla y Parafina.

En el siguiente capítulo se plantea paso a paso su desarrollo hasta llegar a darle ciertas características deseadas contemplando procedimiento, elementos y temperatura necesarias dentro del proceso para la obtención de nuestro compuesto polietileno, candelilla y parafina (P.C.P.).

CAPITULO I

DESARROLLO DEL PROCESO

I. DESARROLLO DEL PROCESO:

La finalidad del presente desarrollo fue el alcanzar dos objetivos que son los siguientes

- a) Reducción de costos del material utilizado en prácticas de laboratorio, mediante máquinas herramienta (torno, fresa, y principalmente maquinaria de control numérico.)
- b) Llegar a obtener características similares a un material ya existente en el mercado, con el cual se pretendía sustituir al hasta entonces material usado en las prácticas de laboratorio, (aluminio, bronce, etc.). Este material comercial conocido como cera maquinable tiene la gran desventaja de su alto costo en el mercado.

La reducción de costos es uno de los objetivos principales debido al alto costo de los materiales que anteriormente se utilizaban para este fin, es decir, representan un gasto elevado para la facultad, porque son materiales ferrosos y no ferrosos que no se pueden reciclar o utilizar más de una vez, tomado en cuenta también el elevado costo de los elementos de corte y en consecuencia su pronto reemplazo.

El material elaborado (PCP) está enfocado entre otras cosas a reducir los costos y maximizar la vida útil de las pastillas y elementos de corte así como de la integridad de la misma máquina en la cual se esté utilizando, esto representa sin lugar a dudas una notable

reducción de gastos y recursos, mismos que se pueden destinar para el desarrollo o investigación en otras áreas dentro de la misma facultad.

Por otra parte tenemos que debido a la existencia en el mercado de un material similar llamado "cera maquinable" que se ha creado por industrias particulares para este mismo fin, pero su valor de adquisición es mucho más alto e inclusive resulta prácticamente más caro que utilizar materiales convencionales para maquinar elementos de prácticas estudiantiles, sin embargo la necesidad de disminuir aun más los costos nos llevó a desarrollar un elemento más económico y de ser posible, mejorar las características para un mejor aprovechamiento tanto de los materiales como de las herramientas y sus componentes de corte y demás elementos que las conforman, para así lograr alargar la vida de las máquinas y en consecuencia directa, dar la oportunidad de trabajo a un mayor numero de alumnos en un menor tiempo, pues este nuevo compuesto (PCP) no sólo nos permite disminuir el costo sino también nos permite disminuir el tiempo de trabajo de la máquina en cada práctica gracias a sus atributos propios para nuestro propósito, ya que una más de sus ventajas es la de poder ser reciclado tanto la pieza trabajada como el desperdicio, es decir, en su totalidad, está última es la mayor ventaja del compuesto ya que está por encima de los otros materiales anteriormente utilizados, los cuales no pueden servir para más de una sola práctica y de la misma "cera maquinable" cuya degradación no permite su reutilización. Por último pero no menos importante y no se puede dejar de mencionar, una ventaja es que se puede elaborar en, y para la Facultad de Ingeniería por los mismos alumnos lo que nos proporciona ganancias al poderlo comercializar

El compuesto P.C.P. contempla una gran contribución práctica dentro del área de los materiales compuestos, ya que puntualiza el desarrollo de la mezcla, sus aplicaciones iniciales y características particulares para un fin específico.

La mezcla P.C.P. se logró después de la realización de una serie de pruebas, que aunque parece fácil no lo fue, ya que para poder llegar a las características con las que hoy cuenta nuestro material, se tuvo que empezar por experimentar con distintos tipos de materias primas, así como pesos y/o porcentajes de cada uno de los elementos constituyentes, así como la variación de las temperaturas de fusión necesarias para cada uno de los elementos de la mezcla.

Las pruebas se comenzaron de la siguiente manera: es necesario realizar el pesaje de cada uno de los elementos constituyentes, es decir, del polietileno, la candelilla y la parafina, es oportuno en este momento mencionar que, dentro de todo el texto de esta tesis no se darán los porcentajes exactos para llevar a cabo "el proceso" por llamarlo de alguna manera, de los elementos que conforman la mezcla, ya que tanto este trabajo, como el Departamento de Ingeniería Mecánica se reservan ese derecho.

El siguiente paso fue idear la forma en que se tenían que fusionar estos materiales para poder así combinar sus propiedades en un solo elemento.

Para poder llevar a cabo la conjunción o fusión de estos tres elementos, fue necesario aplicarles una fuente de energía, es decir, calor, otro de los retos a vencer fue

designar de qué forma sería la más conveniente para optimizar el promedio y que no fuera a elevar su costo. En principio se pensó en utilizar el horno que se encuentra dentro de los talleres de Ingeniería Mecánica, pero la primera dificultad que se presentó, fue que la temperatura era excesiva y que no se podía controlar fácilmente, así que esta idea fue descartada.

Otra opción fue diseñar un aparato o recipiente adaptado de tal manera que se pudiera controlar la temperatura y que fuera fácil de manipular.

Es así como surge nuestro equipo o recipiente para realizar la fusión de la mezcla (P.C.P.). A continuación se describe brevemente.

Consta fundamentalmente de cinco elementos, mismos que fueron acondicionados e integrados para poder así realizar nuestro propósito:

- 1.- Olla (denominada "María" tipo recta del número seis)
- 2.- Resistencia eléctrica.
- 3.- Reostato para la regulación de la temperatura.
- 4.- Elemento de sujeción o maneral para la olla
- 5.- Agitador de madera.

El esquema de este equipo se puede observar con mayor detalle en el capítulo IV.

El funcionamiento de este equipo en realidad es muy sencillo: 1.- la olla, que es el recipiente que va a contener a los materiales a fundir tiene un diámetro de 16.5 cm por 19.0 cm de alto y es de acero inoxidable, la cual esta rodeada por 2.- la resistencia, elemento que le trasmite el calor necesario para fundir los materiales, tiene una capacidad de hasta 5,000 watts, el dispositivo que permite regular la temperatura es 3.- el reostato, que cuenta con una perilla, de esta forma se puede obtener fácilmente la temperatura deseada, 4.- el elemento de sujeción o maneral de la olla es otro aditamento importante, ya que con el se puede manipular la olla cómodamente y de manera segura, esto reduce en gran parte el riesgo de un accidente, por último tenemos 5.- el agitador de madera que nos va a ser de gran ayuda para mover de forma lenta y continua la mezcla para que tenga un calentamiento uniforme y evitar en lo posible la formación de burbujas de aire, que posteriormente pueden causar imperfecciones en el material al solidificar.

Una vez pesados los materiales correspondientes, se comenzó por experimentar con los porcentajes, sólo de esta forma se podría dar cuenta uno de las características que fuera adoptando el material, de esta manera se fué adquiriendo la experiencia de que por ejemplo, demasiada candelilla o parafina repercutía en excesivos rechupes en las piezas que prácticamente las dejaba inservibles, por otra parte tenemos que, un bajo porcentaje de polietileno no era suficiente para que el resto del material adoptará algunas de sus propiedades, también se observo que se dificultaba mucho el sacar las piezas de los moldes.

Cabe señalar que se hicieron diversas pruebas con diferente tipos de polietileno, las cuales no todas fueron satisfactorias, sobre todo las que se hicieron con polietileno de baja densidad, ya que estos tipos de polietileno no se logran mezclar completamente con el resto de los materiales, ni aun variando las temperaturas, ni porcentajes, ni tiempo de calentamiento. Al solidificar el material, le quedan pelets de polietileno sin disolverse a lo largo y ancho de toda la pieza, lo que ocasiona que el material adquiera una dureza irregular que repercute en un deficiente maquinado es decir, obtención de piezas defectuosas. Continuando con los experimentos, y de ir probando con otros tipos de polietileno finalmente se llegó a un tipo de polietileno denominado "AC8"¹, el cual resultó ser el adecuado para la fusión ya que este tipo de polietileno si se logra mezclar es su totalidad con los otros dos materiales debido a que es una mezcla de polietileno con cierta clase de cera, la ventaja es que el material ya viene integrado de esta manera desde su elaboración de fabrica, lo que resta para nosotros es simplemente adquirirlo con el proveedor correspondiente.

A partir de este momento, por cuestiones de simplificación en la escritura me referiré a él únicamente como polietileno, sin mencionar sus siglas particulares "AC8".

Como parte del proceso de elaboración de nuestro material, otra variable que se tuvo que controlar fue la temperatura de fusión de los elementos que constituyen este material.

¹ Ver especificaciones en el anexo

Por la naturaleza de los materiales a fusionar es decir, el polietileno, la candelilla y la parafina, se podría pensar en comenzar a fundir el material de mayor punto de fusión al de menor punto de fusión , es decir, comenzando con el polietileno, seguido de la candelilla y terminando con la parafina, pero no es así, ya que la experimentación nos dictó que de esta manera cuesta más trabajo agitar la mezcla y que se podría llegar a quemar el polietileno que quedara en contacto directo con la pared de la olla, otra alternativa es, comenzar exactamente al contrario de la primera opción, comenzando por la parafina, siguiendo con la candelilla y terminando con el polietileno, de esta manera se formaría una mezcla líquida de manera muy rápida lo que facilitaría el movimiento de agitación para cuando se le adicionara el polietileno, pero se correría el riesgo de salpicar el material que ya se encuentra en estado líquido en ese momento, esto podrá ocasionar un grave accidente.

En nuestro caso, fué adicionar los tres elementos al mismo tiempo, sin olvidar el realizar un movimiento lento y continuo de agitación a la mezcla, esto contribuye en gran parte a tener un calentamiento uniforme, lo que nos agiliza el tiempo del proceso de fusión, que en promedio nos da un lapso de entre treinta a cuarenta y cinco minutos, pudiendo variar considerablemente debido al medio ambiente que rodee al proceso, es decir, si se elabora en un clima cálido o en un clima frío y húmedo como podría ser el tiempo de lluvias. También depende de la cantidad de material que contenga la olla en determinado momento.

La temperatura que se registro en este proceso va de entre los 150 a los 180 grados centígrados, recordando que puede variar notablemente dependiendo del medio ambiente

que rodee al proceso, es importante no elevar de inmediato la temperatura ya que con los vapores que se desprenden de la mezcla se puede incendiar.

Una vez que se ha alcanzado la temperatura óptima para la fusión de los tres elementos, que en promedio nos da unos 165 grados centígrados, temperatura que se registró con un termómetro aplicado directamente a la mezcla, se le puede adicionar un pigmento o colorante, esto es sólo con fines estéticos, ya que no altera en gran parte el proceso, y si bien es cierto hace ver al producto terminado con un mejor aspecto. Lo único que hay que tomar en cuenta si se decide ponerle color a la mezcla es que, se le tiene que poner únicamente entre el uno y dos por ciento del peso total de todo el material a fundir y cuidar al momento de agregar el pigmento, de que no toque la pared de la olla para que se pueda aprovechar en su totalidad, de acuerdo con el porcentaje especificado.

Ya que la mezcla se encuentra en estado líquido y con el colorante totalmente disuelto, no deberá pasar un tiempo mayor a los 10 minutos para retirarlo de la olla, ya que el producto podría comenzar a evaporarse o incluso a quemarse.

Lo único que resta de nuestro proceso, es retirar la mezcla de la olla o aparato de fundición para poder dar paso a que se solidifique y comenzar a utilizarlo.

Acto seguido de nuestro desarrollo, se procederá al vaciado de la mezcla en los recipientes o moldes diseñados para nuestro material.

Los moldes deberán estar ya preparados y colocados uno seguido del otro, de tal forma que puedan ser llenados de manera continua según la cantidad de material contemplada para su llenado, una vez que la mezcla se encuentre en los moldes deberán dejarse enfriar al medio ambiente sin acelerar el proceso, tratando con esto evitar cambios bruscos de temperatura que puedan causar problemas posteriores como rechupes excesivos, o deformaciones muy grandes en el producto ya terminado.

Ya que las piezas hayan solidificado y enfriado por si solas, se puede proceder a sacarlas de los moldes, esta acción no representa ninguna dificultad debido a que las piezas salen por si solas de los moldes, no importando de que tipo de sección se trate, es decir, ya sean cuadradas, cilíndricas o rectangulares.

En el capítulo II se hablará más detalladamente acerca de los moldes que se utilizaron específicamente para nuestro material.

Con las piezas ya terminadas, se les puede dar utilidad y extender a cualquier área de las que se mencionaba anteriormente, según se le conozca y se le encuentre aplicación.

CAPITULO II

FABRICACION DE MOLDES PARA

NUESTRO MATERIAL

II. FABRICACION DE MOLDES PARA NUESTRO MATERIAL

Ya que transformamos el material en su totalidad al estado líquido es necesario retirarlo del recipiente para dejarlo enfriar y solidificar, sólo de esta forma obtendremos los parámetros y características que se habían marcado como meta del proyecto.

Como este material se va a usar en las prácticas de maquinado lo más conveniente es aproximar su forma en lo más posible a la pieza que se quiera obtener, sin lugar a dudas este procedimiento es muy sencillo, ya que con el material en estado líquido lo podemos hacer muy fácilmente, para esto sólo se necesita un molde o recipiente que contenga al material en lo que se enfría y solidifica.

La manera más conveniente y sencilla en nuestro caso, fue pensar en diseñar nuestros propios moldes con las medidas y formas que cubrieran nuestras necesidades, y que por supuesto no fueran a elevar el costo del todo el proceso en general.

Antes de dar paso a la explicación de la fabricación de los moldes para nuestro material, se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

Como uno de los elementos constituyentes de nuestro material (P.C.P.) es un plástico, se tiene que pensar en lo siguiente: Los plásticos son un material importante de

diseño, pero el diseñador debe estar consciente de sus limitaciones, y sobretodo cuando se utilizan combinados con otros materiales como es el caso que nos ocupa. A continuación describiré algunos de los lineamientos de diseño para componentes de plástico, tomando en cuenta sólo aquellos de aplicación general.

Estos lineamientos generales se aplican independientemente del proceso de conformado. En su mayoría son limitaciones de los materiales plásticos que el diseñador debe considerar.

Uno de estos lineamientos es la resistencia, los plásticos no son tan fuertes y rígidos como los metales, no deben usarse con aplicaciones donde se puedan encontrar altos esfuerzos. La resistencia a la termofluencia es también una limitación. Por otra parte tenemos que, la resistencia de los plásticos varía significativamente entre unos y otros, la relación de resistencia al peso para algunos polímeros plásticos es competitiva con los metales en cierta aplicaciones.

La resistencia al impacto en general es buena, la capacidad de los plásticos para absorber los impactos se compara favorablemente con la mayoría de los cerámicos.

Otro aspecto importante y de interés para nuestro caso es la expansión térmica. La expansión térmica es más grande para los plásticos, así que los cambios dimensionales debidos a variaciones de la temperatura son mucho más significativos que para los metales.

Otra consideración de importancia que debemos tomar en cuenta para nuestro caso, es la contracción.

Los polímeros tienen altos coeficientes de expansión térmica, y durante el enfriado ocurre una contracción significativa del plástico y de los otros dos elementos que conforman nuestro material (candelilla y parafina), dentro del molde. Después de la inyección en el molde, algunos termoplásticos experimentan contracciones cercanas al 10% en volumen. La contracción se expresa como la reducción de las dimensiones lineales ocurrida durante el enfriamiento, desde la temperatura de moldeo hasta la temperatura ambiente para cada polímero dado, que para nuestro caso sería desde la temperatura a la que se vacía en el molde hasta la temperatura ambiente. Las unidades apropiadas que se manejan en estos casos serían pulgadas o milímetros, para la dimensión que se considere.

Es claro que deben determinarse las dimensiones del molde para el polímero particular que se va a moldear, ya que un mismo molde puede producir diferentes tamaños de parte para diferentes tipos de polímeros.

En realidad la contracción es afectada por muchos factores y cualquiera de ellos puede alterar la magnitud de la contracción experimentada para un polímero dado. Uno de los factores más importantes son la presión de inyección, que en nuestro caso, esto no nos afecta ya que nuestro material no lo inyectamos, es decir, no ejercemos una fuerza externa para introducirlo en los moldes, simplemente se vacía del aparato de fundición al molde por

simple acción de la gravedad, otro factor sería el tiempo de compactación, la temperatura de moldeo y el espesor y/o tamaño de la pieza.

Como comentario adicional se puede decir lo siguiente: al aumentar la presión de inyección se fuerza más material dentro de la cavidad del molde y la contracción se reduce, si bien es cierto que nuestro material no se inyecta, como se explica unas líneas arriba de este párrafo, otro factor que ayuda en nuestro caso en particular es el que a continuación se explica.

La temperatura de moldeo, que se refiere a la temperatura del material inmediatamente antes de la inyección, que para nuestro caso la podríamos tomar como referencia como la temperatura de la mezcla inmediatamente antes de su vaciado. Se podría esperar que una temperatura más alta incrementará la contracción, ya que la diferencia entre dicha temperatura y la ambiente es mayor, sin embargo, la contracción es realmente más baja a temperaturas de moldeo más altas. La explicación es que las altas temperaturas disminuyen significativamente la viscosidad del material fundido, permitiendo que se compacte más material dentro del molde, el efecto es el mismo que el de la inyección a altas presiones, entonces el efecto sobre la viscosidad compensa una mayor diferencia de temperaturas.

Con lo mencionado anteriormente queda explicado en gran parte lo de nuestro proceso ya que las temperaturas que se manejan en este caso van de entre los 150 a los

180 grados centígrados dependiendo del tiempo de fundición y sobre todo de las condiciones del medio ambiente que rodee al proceso.

Tomando en cuenta lo anterior, podemos dar paso a la explicación acerca de cómo se fabricaron nuestros moldes para este tipo de material (P.C.P.) en particular.

Debido a la flexibilidad de nuestro material, no se tuvo que hacer grandes consideraciones en el diseño ni fabricar moldes complicados.

Nuestro caso no tuvo mayor complicación, ya que la mezcla adecuada de material ya frío, le produce una ligera contracción que se puede considerar de entre el 5 al 10% en volumen total, tomando en cuenta que una sección más gruesa experimenta una contracción más grande, ya que contiene una alta proporción de material fundido. Esta contracción nos facilita grandemente el desmolde, porque combinada con las propiedades de la candelilla y la parafina, evita la aplicación de un posible desmoldante al molde, porque la pieza prácticamente sale por sí sola de él sin causar mayor contratiempo, esta característica también evita el diseño de ángulos de salida en los moldes o de cualquier otro dispositivo para sacar la pieza, ya sea que se trate de sección circular o cuadrada.

En cuanto a los materiales utilizados para la fabricación de estos moldes, tampoco se tuvo problema alguno, ya que sólo tienen que cumplir con dos características principales:

1.- Que soporten las temperaturas a las que van a ser sometidos, porque como se mencionó anteriormente, son temperaturas que superan fácilmente los 100 grados centígrados, debido a esto, podrían sufrir daños o simplemente se podrían deformar al momento del vaciado o durante el proceso de enfriamiento.

2.- Que no sean muy porosos o que cuenten con grandes irregularidades sobre todo de la superficie que va a estar en contacto directo con el material, porque esto dificultaría el desmolde y/o que la pieza saliera por si sola.

Con tales características, se llega a la conclusión de que el material ideal para la fabricación de estos moldes es un metal, ya sea ferroso o no ferroso, es decir, puede ser un acero o aluminio.

Para las piezas de sección circular fue todavía más sencillo, ya que se ocuparon secciones de tubos que se encontraban dentro de los mismos talleres de Ingeniería Mecánica, el único trabajo que se tuvo fue el de seleccionar aquellos que contaran con las medidas adecuadas para nuestra necesidad.

A continuación se muestra una tabla con las medidas de uso más frecuente para la elaboración de piezas:

Medida de la Pieza (Φ)*	Medida del Molde *
$\frac{1}{2}$ "	$\frac{43}{64}$ "
$\frac{3}{4}$ "	$\frac{55}{64}$ "
1"	$1 \frac{3}{32}$ "
$1 \frac{1}{2}$ "	$1 \frac{5}{8}$ "
$1 \frac{3}{4}$ "	$1 \frac{7}{8}$ "
2"	$2 \frac{11}{66}$ "

* Las medidas están en pulgadas e indican el diámetro de la sección.

Es oportuno mencionar que el largo de la pieza lo determina la necesidad de la pieza a elaborar, es decir según se necesite se puede cortar para obtener varias piezas de un solo molde o dejarla completa según lo requiere la pieza a realizar.

Para los moldes de sección cuadrada ó rectangular, se utilizó el mismo recurso con algunas de las secciones ya existentes, pero en este caso si se tuvo que elaborar algunas secciones específicas, por lo tanto el material elegido para la fabricación de estos moldes fue aluminio, por tratarse de un material fácil de trabajar y por ser uno de los materiales con los que se cuenta dentro de los talleres de Ingeniería Mecánica, ya que para algunas de las medidas o secciones fue necesario elaborar el molde desde su vaciado en aluminio. Posteriormente se hicieron unos programas en las máquinas de control numérico en las cuales fueron maquinados estos bloques de aluminio con el fin de facilitar y agilizar esta labor.

A continuación se muestra la tabla con algunas de las medidas de uso más frecuente para la elaboración de piezas de sección cuadrada y/o rectangular:

Medida de la Pieza *	Medida del Molde *
8 x 2.6 x 0.6	8.5 x 3 x 1 ¹
7 x 7 x 1.3	7.2 x 7.2 x 2
10 x 10 x 2.6	10.5 x 10.5 x 3
variable x 7 x 3.5	23 x 7.3 x 3.7 ²

* Las medidas están en centímetros

¹ Este molde es una placa con 6 cavidades y cada cavidad tiene estas medidas

² El largo de esta pieza puede variar debido a la cantidad de tierra o arena que se le coloque al molde para taparlo.

Como se puede observar, el P.C.P. ofrece la ventaja de poderlo moldear en una gran variedad de medidas y secciones.

CAPITULO III

RESULTADOS OBTENIDOS

III. RESULTADOS OBTENIDOS.

Una vez que se obtiene el material completamente frío solidificado de los moldes, ya es posible evaluarlo, es decir, analizar los resultados que se obtuvieron que en este caso fueron muy buenos, tal vez mejores de lo que se esperaban, y es que el compuesto P.C.P. cumplió con las metas y expectativas iniciales que se habían fijado desde el principio del proyecto. A continuación citaré algunas de esas expectativas.

Con el desarrollo del material se logra abatir su costo, ya que la materia prima que se utiliza para su elaboración tiene también un costo muy accesible, estamos hablando de unos 40.25 pesos por kilo de polietileno de 20 pesos por kilo de candelilla y 9.50 pesos por kilo de parafina, tomado en cuenta que con estas cantidades es decir, con un kilo de cada elemento, nos daría en promedio 2.5 kilos de P.C.P. y que éste a su vez nos rendiría para un gran número de piezas (no se pueden precisar ya que depende de las medidas y secciones de las piezas para poder cuantificarlas), otro aspecto que hace reducir el costo del P.C.P. es el proceso de elaboración, ya que se puede hacer en los mismos talleres de Ingeniería Mecánica por los propios alumnos, profesores o por el personal capacitado para tal fin.

Hablando de la maquinabilidad, también se obtuvo un buen resultado, gracias a las diversas pruebas que se hicieron se encontró una característica muy peculiar, se encontró con la posibilidad de variar un poco la dureza del material a través de variar el porcentaje de

contenido en cada elemento, específicamente de la candelilla y el polietileno, claro esta que sólo dentro de un rango del $\pm 10\%$, porque de querer aumentar o disminuir aún más el porcentaje, el resultado ya no sería satisfactorio, debido a que el producto o pieza obtenida sería o demasiado frágil por ser muy dura, o se agrietaría y rechuparía excesivamente por faltarle el porcentaje adecuado al quererla hacer muy blanda. Esta característica le da al material una consistencia adecuada para que se pueda maquinar sin ninguna dificultad, se logra ser lo suficientemente duro para poder sujetarlo en cualquiera de las máquinas y al mismo tiempo lo suficientemente blando para que en caso de que ocurriera algo no deseado, no dañara las pastillas o elementos de corte de la máquina en la que se estuviera maquinando.

También se experimentó con el P.C.P. al maquinarlo con diferentes velocidades de corte, así como también diferentes velocidades de avance, en ambas pruebas los resultados fueron muy buenos, porque como se esperaba, las propiedades y características de cada uno de los elementos que constituyen al P.C.P. se combinaron y dieron como resultado un material rígido al tacto pero suave al maquinarlo, pareciera contradictorio pero en realidad no lo es, basta con tener una pieza de este material en las manos para poder comprobar lo que se esta mencionado, claro que hay que recordar que para obtener estas propiedades se necesita mantener estrictamente los porcentajes en peso de cada uno de sus constituyentes. Esta otra prueba hace que se reduzcan los tiempos de maquinado y se aumente la producción, porque el material puede ser maquinado a una velocidad y avances de corte mayores que los materiales de manejo actual.

Por otra parte, tenemos la posibilidad de maquinarlo tanto en equipos convencionales, como en equipos automatizados de control numérico, recordemos que este material (P.C.P.) también se diseñó pensando en estos últimos equipos, es decir en los tornos y fresadoras de control numérico, ya que estos equipos no pueden maquinar todo tipo de aceros, ni tampoco piezas muy grandes porque las máquinas son pequeñas; (refiriéndome específicamente a las máquinas con las que se cuenta en los talleres de Ingeniería Mecánica) tomado en cuenta que en ellas se llevan a cabo las prácticas de maquinado, el P.C.P. viene a dar otra expectativa muy importante en esta área. Y es que trabajando el P.C.P. en estas máquinas nos da otro beneficio, porque considerando las propiedades antes mencionadas, el material contribuye a conservar por mucho más tiempo y en buen estado los filos de los dispositivos de corte, así como la integridad de la propia máquina, es decir, en caso de tener algún accidente por ejemplo, que se impactará la máquina contra la pieza, esta se rompería lo que no le ocasionaría daño alguno a la máquina como al dispositivo de corte, esta acción se ve reflejada en una obvia reducción de los gastos destinados para estos recursos.

Otro resultado relevante con el que cuenta el compuesto, es el de poder ser reciclado, haciendo una recopilación de los desperdicios, rebabas o virutas, es muy sencillo volverlo a fundir, sólo se necesita introducirlo nuevamente en el recipiente de fundición, esto resulta muy interesante, porque no importa la forma que tenga el material para volverlo a fundir, ya sean los sobrantes o hasta las mismas piezas completas, rotas o dañadas se pueden volver a fundir sin ninguna dificultad, cabe mencionar que el material no pierde ninguna de sus propiedades o características aún cuando éste procedimiento se lleve a cabo varias veces.

En base a la experimentación se determinó que este procedimiento puede llevarse a cabo unas cinco u ocho veces antes de que comience a degradarse o simplemente pierda sus propiedades. Otro dato interesante es saber que para poder reciclar nuestro material, no se requiere de ningún proceso ó algún requerimiento especial, simplemente se vuelve a fundir, y ya está listo para vaciarlo en los moldes y volverlo a utilizar. Esta otra característica pone al P.C.P. en ventaja en comparación con los materiales de uso actual.

Como se puede observar, la reducción de costos es notable, no solo desde la elaboración del propio material sino también por los beneficios secundarios que ofrece, sin lugar a dudas, este proyecto resulta óptimo para nuestras necesidades de trabajo y de recursos económicos.

Con esto queda claro que la presente investigación ofrece una alternativa más en el uso y aplicación de los materiales.

CAPITULO IV

INSTRUCTIVO DEL RECIPIENTE DE

FUNDICION

IV. INSTRUCTIVO DEL RECIPIENTE DE FUNDICION

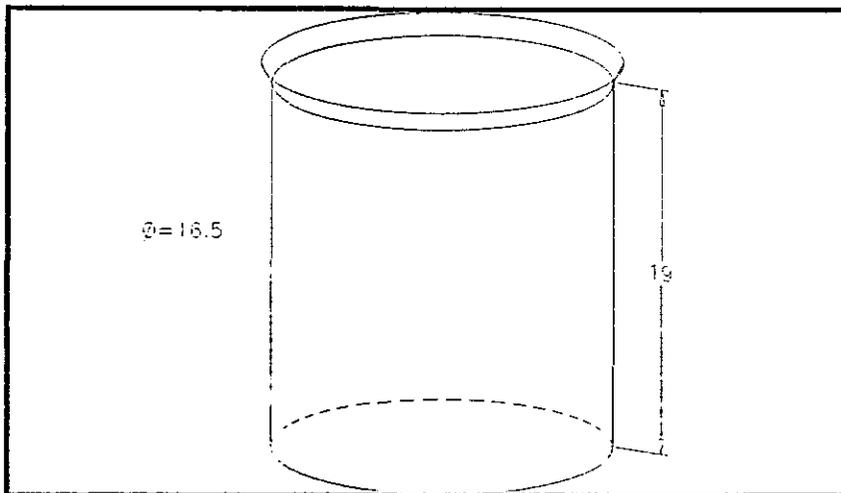
Para obtener un óptimo beneficio de la materia prima así como también el máximo rendimiento del recipiente de fundición, se extiende este capítulo para informar al usuario, alumno o profesor acerca de su correcto uso, cuidado y mantenimiento para poder llevar a cabo un adecuado trabajo.

Si bien es cierto que su funcionamiento es sencillo, no está por demás tener ciertas precauciones y cuidados al operar este equipo, ya que recordemos que se manejan temperaturas superiores a los 100 grados centígrados, y que su correcto uso nos va a beneficiar grandemente en evitar cualquier clase de accidente.

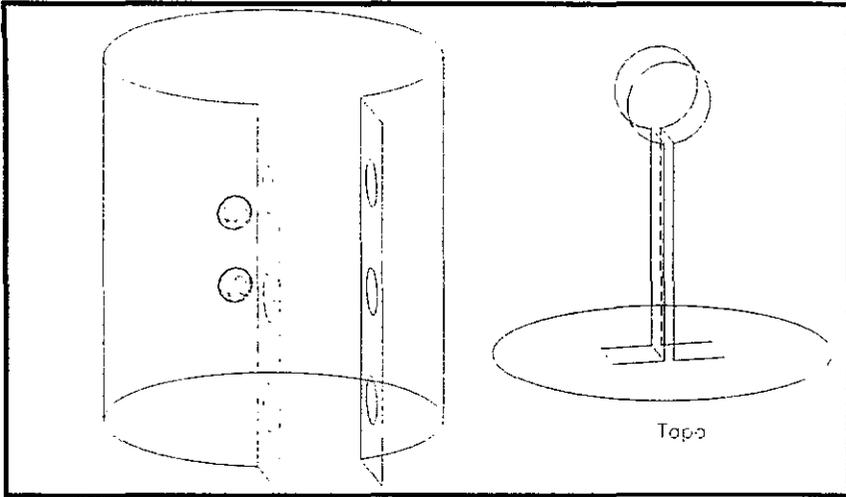
Por otra parte, debido a la naturaleza de los materiales a fusionar y el uso continuo del equipo, resulta necesario darle un mantenimiento con mayor profundidad, para ello se requiere desarmar por completo la olla de la resistencia, así como el resto del equipo, es por eso que para facilitarle al usuario esta operación, también se detalla en este capítulo los pasos necesarios para llevar a cabo este procedimiento.

A manera de familiarizarse más con el equipo, se presenta un esquema y se detallan las partes que lo constituyen.

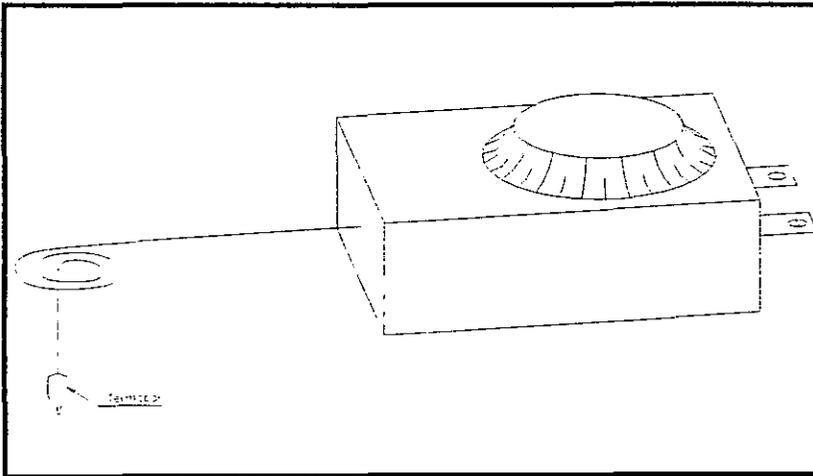
- 1.- Olla (denominada "María" tipo recta del numero seis)
- 2.- Resistencia eléctrica
- 3.- Reostato para la regulación de la temperatura.
- 4.- Elemento de sujeción o maneral para la olla
- 5.- Agitador de madera.



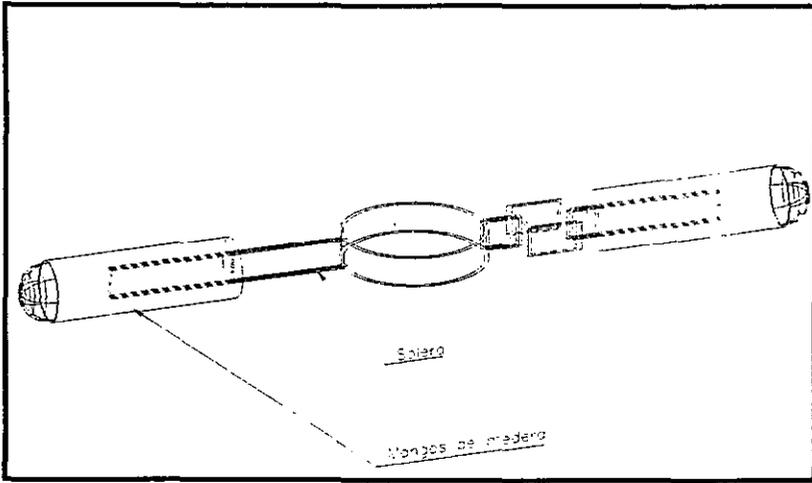
1.- Olla



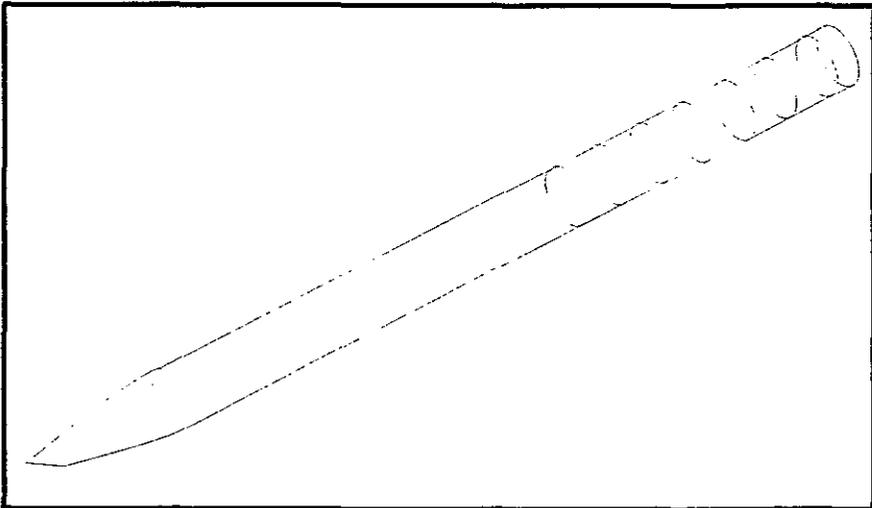
2.- Resistencia



3.- Reostato



4.- Elemento de Sujecion o Maneral de la Olla



5.- Agitador de Madera

INSTRUCCIONES PARA EL USO DEL RECIPIENTE DE FUNDICION:

- 1.- Por seguridad no se debe de intentar operar este equipo si haber leído y entendido perfectamente las instrucciones y advertencias así como también los peligros a los que se podría estar expuesto.
- 2.- Antes de comenzar a trabajar, es necesario tener listo primero, el equipo de seguridad, el material ya pesado en las correctas proporciones, los moldes y demás aditamentos necesarios para evitar en lo posible perdida de tiempo y dejar sólo el equipo funcionando.
- 3.- Se tiene que tomar la precaución de colocar algún material resistente al calor (como un pedazo de lámina, un ladrillo, etc.) debajo de la olla para no quemar la base que la sostenga.
- 4.- No es necesario girar la perilla del reostato a más de 200 grados centígrados, el material comenzará a fundirse transcurrido el tiempo, y éste (el tiempo) dependerá de la cantidad de material que contenga la olla y las condiciones del medio ambiente que la rodeen, hay que recordar que un rápido y elevado aumento de la temperatura, podrían incendiar la mezcla.

- 5.- El tiempo promedio de fundición es de entre treinta a cuarenta y cinco minutos, este puede variar considerablemente debido a las condiciones climáticas y a la cantidad de material que contenga la olla.
- 6.- No hay que olvidar que se debe de agitar de forma lenta y continua la mezcla para que se pueda ir calentando de manera uniforme, esta acción ayuda a que se comience a fundir el material más rápido.
- 7.- Cuando se encuentra todo el material en estado líquido, es el momento indicado para agregar el pigmento o colorante, cuidando de que no toque la pared de la olla para que se pueda aprovechar en su totalidad, de acuerdo con el porcentaje especificado, que es entre el 1 y 2% del peso total de todo el material a fundir.
- 8.- Llegado este punto y con los moldes ya listos, se apaga el reostato y se desconecta el aparato, acto seguido se debe comenzar con el vaciado del material.
- 9.- Los moldes se deben colocar uno seguido del otro, de tal forma que se puedan ir llenando de manera continua, este paso se debe de realizar de un solo movimiento y llenando los moldes hasta el máximo.

- 10.- Otra recomendación importante es dejar enfriar por si solos los moldes, y no apresurar este procedimiento por ningún otro método, ya que la pieza se podría deformar o rechupar más de lo previsto ocasionando así un trabajo infructuoso.
- 11.- Recuerde que para el procedimiento de el vaciado y llenado de los moldes, se debe tener el equilibrio y una postura cómoda ya que el peso de la olla y la atención al llenar los moldes lo hacen algo tedioso y sumamente cansado.
- 12.- Una vez que la olla se encuentre vacía y después de dejar pasar un tiempo prudente para que se enfríe el aparato, se debe comenzar con su limpieza.

ADVERTENCIAS:

- 1.- Es conveniente leer cuidadosamente el instructivo antes de operar el aparato, aprender a utilizarlo correctamente y conocer los riesgos a los que se podría estar expuesto.
- 2.- Hay que asegurarse que el aparato esté conectado adecuadamente a la toma de corriente, ya que una conexión floja puede provocar un sobrecalentamiento en el cableado así como un calentamiento defectuoso en la resistencia. Por otra parte hay

que asegurase de que la toma de corriente tenga el cableado del correcto calibre, de lo contrario podría sobrecalentarse e incluso incendiarse y causar daños mayores.

- 3.- Mantener una tapa cerca del aparato es muy conveniente, ya que en caso de que la materia prima se incendie, el tapar la olla es suficiente para que el fuego se apague.

- 4.- Otra advertencia muy importante es mantener limpia el área de trabajo, recordemos que los lugares y bancos de trabajo desordenados propician los accidentes. El piso no debe estar resbaloso a causa de cera, grasa, etc. ni tener objetos que obstruyan el paso o que puedan ocasionar tropiezos.

- 5.- Hay que evitar ambientes peligrosos, es decir, no se debe utilizar el aparato en sitios húmedos o mojados, ni exponerlo a la lluvia. El área de trabajo debe estar bien iluminada y con suficiente espacio alrededor.

- 6.- Por ningún motivo se debe trabajar en lugares cerrados, ya que al momento de la fundición, la materia prima desprende fuertes olores, que aunque no son peligrosos pueden causar náuseas, mareos o dolores de cabeza, sobretodo si son las primeras veces que se efectúa este trabajo.

- 7.- Otra norma de seguridad, es mantener alejadas a las personas, todos los visitantes deben mantenerse a una distancia segura del área de trabajo, y en lo posible, evitar el acceso a los niños.

- 8.- Para cuidar la integridad del recipiente de fundición, no se debe tratar de fundir en él cualquier otro material para el cual no fue diseñado.

- 9.- Una advertencia sumamente importante es el utilizar el equipo de seguridad personal de manera obligatoria, es decir, guantes, peto, polainas, lentes de seguridad o de preferencia careta protectora, así como una mascarilla, es recomendable utilizar calzado antiderrapante.

- 10.- Debido al peso de la olla con el material en fundición, es importante no estirarse demasiado y mantener en todo momento el equilibrio y los pies perfectamente apoyados.

- 11.- Como se menciona en el punto anterior, debido al peso de la olla, se debe sujetar firmemente al momento de hacer el vaciado en los moldes, si no se alcanza todos los moldes desde una misma posición, se tendrá que levantar, recorrerse y volver a efectuar el vaciado desde la nueva posición.

- 12.- Cada vez que se termine un periodo de fundición, deberá limpiarse perfectamente la olla, este procedimiento se facilita más si se comienza un poco antes de que se enfríe totalmente el aparato. Hay que recordar que cada 20 ó 25 sesiones de fundición, se deberá desmontar la resistencia de la olla para efectuar una limpieza más profunda de

todo el equipo, este requerimiento puede variar su frecuencia según el uso o cuidados que se tenga con el aparato al utilizarlo.

- 13.- No debe dejarse el equipo funcionando sin atenderlo, se debe apagar y desconectar el suministro de energía eléctrica. Mientras el aparato esté conectado y fundiendo material no se debe dejar sólo.
- 14.- Si la olla se encuentra desabastecida de material, no se debe conectar ni accionar la perilla del reostato, esto ocasionaría un calentamiento excesivo, un desperdicio de energía eléctrica y un posible daño a la resistencia.
- 15.- Recuerde que sólo basta una pequeña fracción de segundo para ocasionar un grave accidente, no permita que la familiaridad ganada con el uso frecuente del equipo se convierta en un lugar común.

MANTENIMIENTO:

Como ya se había mencionado al principio de este capítulo, este equipo necesita de un buen mantenimiento para un adecuado funcionamiento, parte de este mantenimiento consiste en una limpieza continua después de cada sesión de trabajo, pero por otra parte tenemos que desarmarlo por completo para poder efectuar una limpieza más a fondo, esto es necesario ya que parte del material ya fundido tiende a escurrirse entre la olla y la resistencia, con el uso continuo de trabajo, este material se comienza a quemar, lo que

ocasiona que se produzca más humo de lo normal, esto repercute obviamente en un molesto y difícil ambiente de trabajo.

Por esta razón es que se pensó en diseñar un procedimiento del cómo poder efectuar esta tarea de manera clara y concisa.

A continuación se enlistan los pasos para facilitar así esté procedimiento:

Nota importante: primero que nada hay que asegurarse de que el aparato se encuentre desconectado y a una temperatura tal, que se puede sujetar y manipular de forma segura.

- 1.- Para poder facilitar esta tarea es necesario contar con un pedazo de lija de agua y un trozo de segueta que no se use como tal.
- 2.- Se requiere afilar el pedazo de segueta de tal forma que le permita tallar la superficie interior de la olla.
- 3.- Con el pedazo de segueta afilado, se tiene que frotar la parte interior de la olla hasta dejarla libre de cera y/o pigmento, por lo regular esta cera es la que se queda quemada y adherida en la pared de la olla, se recomienda hacer esta remoción de cera estando aún tibia la olla, ya que de esta manera se facilita más esta labor.

- 4.- Ya que se haya removido la mayor parte de la cera con la charrasca, el siguiente paso es pulir la superficie con la lija de agua, de manera de liberarla en lo posible de pequeños residuos de cera que pudieran quedar adheridos.
- 5.- Hay que recordar que los pasos del 1 al 4 deben llevarse a cabo cada vez que se termine con una sesión de trabajo.

Para poder efectuar el desensamble completo del recipiente de fundición, se enlistan los siguientes pasos.

- 6.- Con un desarmador se aflojan los tornillos de los mangos de madera y se separa la abrazadera, teniendo cuidado con el reostato y el termopar que rodea a la olla.
- 7.- Paso siguiente, se aflojan los tornillos de la resistencia y se libera por completo de la olla, de esta forma se puede proceder a limpiar la cera que se encuentra entre la resistencia y la olla, caso principal para lo que se recurre a este proceso.
- 8.- Una vez que se tiene desensamblado el aparato de fundición, se facilita grandemente cualquier labor de limpieza.
- 9.- La limpieza de la resistencia se tiene que hacer con sumo cuidado, ya que este aditamento es muy delicado, por lo regular basta con un paño húmedo y una lija de

agua muy suave, es importante tener en cuenta que por ningún motivo se debe sumergir en agua.

10.- Ya que se haya concluido con esta tarea, se debe proceder a ensamblar el equipo, para ello basta seguir los pasos anteriores pero en esta ocasión a la inversa.

11.- Con el equipo ya armado sólo resta verificar que todas las conexiones estén debidamente apretadas y conectadas correctamente.

©

CAPITULO V

CONCLUSIONES

V. CONCLUSIONES

Finalmente llegamos a las conclusiones; haciendo una recopilación de los resultados obtenidos podemos puntualizar lo siguiente:

1.- El material elaborado (P.C.P.) cumplió con el objetivo ya que logro reducir los costos de los recursos destinados para los procesos de maquinado con otros materiales (aluminio, bronce, acero, etc.) así como también aumento de la vida útil de los dispositivos de corte de las maquinas de control numérico principalmente así como también de cualquier otra máquina de uso convencional, eso sin mencionar los beneficios secundarios a los que también se hace acreedor, en otras palabras, es económicamente más rentable que cualquier otro material destinado para el mismo fin hasta el momento.

2.- Como el material cumplió con las expectativas iniciales, lo podemos contemplar en primer plano para ser utilizado en las practicas de maquinado, gracias a las numerosas pruebas realizadas y a las propiedades que presenta.

3.- Analizando todas las posibles desventajas que se pudieran presentar, no se encontró con alguna de relevante importancia como para no seguir adelante con el proyecto.

Analizando otras posibles opciones se llega a la conclusión de que el hecho de crear un material que reuniera ciertas características y cumpliera con ciertos parámetros, sería la solución más efectiva, rápida y por supuesto económica.

Para concluir este trabajo y como comentario final, se puede decir lo siguiente: La Facultad de Ingeniería de La Universidad Nacional Autónoma de México y específicamente el Departamento de Ingeniería Mecánica se reservan todos los derechos acerca de este material (P.C.P.), por tanto, queda prohibida su reproducción ó elaboración total o parcial fuera de los Laboratorios de Ingeniería Mecánica sin su previa Autorización.

ANEXO

HOJA TECNICA DE ESPECIFICACIONES

PRODUCTO: POLIETILENO A-C* 8

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR
GRADO		B
COLOR	BLANCO	60 max.
FORMA FISICA		Polvo o pellets
DUREZA A 25°C (77°F)		0.7 - 1.5
PUNTO DE FUSION	°C	116 (241°F)
DENSIDAD	gr/cm ³	0.93
VISCOSIDAD (140°C)	c p s	400
NUMERO ACIDO	mg KOH/gr	-
DENSIDAD DE MASA	kg/m ³ lb/ft ³	518 92
A-C: Polietileno y copolimeros considerados materiales no peligrosos cuando su utilizacion es controlada y bien industrializada, se utiliza en practicas		

DATOS PROPORCIONADOS POR EL PROVEEDOR:

Materias Primas S.A. de C.,V.
 Oficinas:
 Camino San Juan Ixhuatepec 1045
 México D.F. c.p. 07360

ESTA TAREA NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA:

- "Commercial Waxes", Asymposium and compilation
Harry Bennett. 1985/Ed.
New York Chemical 2ª Edición

- "Los Materiales de la Civilización"
Carlos E. Rangel Nataile
La ciencia desde México / 29
Fondo de Cultura Económica

- "Fundamentos de Manufactura Moderna"
Materiales Procesos y Sistemas
Mikell P. Groover
Prentice-Hall 1996-97.

- "Enciclopedia Salvat Diccionario"
Salvat Editores, S. A.
México 1977-1978

- Diccionario Larousse Ilustrado 1992
Ramón García-Pelayo y Gross.
Ediciones Larousse, S. A. de C. V. 1991