 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DEL PROCESO DE MOLDEO POR INYECCIÓN

Carlos Mario Agudelo Velásquez

Ingeniería Electromecánica

Director: Carlos Andrés Vargas Isaza

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Noviembre de 2017

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

El presente proyecto se realizó con el fin de analizar los efectos en la calidad de los polímeros al variar los parámetros que intervienen en su proceso de fabricación, como son la temperatura, tiempos y presión de inyección.

Para este estudio, se utilizaron 120 probetas de policarbonato, fabricadas en una máquina de inyección de polímeros. El análisis de éstas se hizo en una máquina de pruebas universal por medio de pruebas de flexión. Los datos arrojados por la máquina universal fueron analizados posteriormente en Microsoft Excel para determinar el esfuerzo máximo y el módulo de elasticidad de cada probeta, así como la desviación estándar y el esfuerzo promedio.

De acuerdo con los resultados, el tiempo de compactación tuvo un efecto significativo en la característica de calidad. La presión y temperatura del molde y la temperatura de inyección del material no tuvieron un efecto significativo.

Palabras clave: policarbonato, inyección de plástico, ensayo de flexión, temperatura de inyección, presión de inyección, velocidad de inyección.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer al docente Carlos Andrés Vargas Isaza, quien fue el tutor de este trabajo de grado, además de los integrantes del laboratorio de polímeros del ITM que me apoyaron con el uso de la máquina de inyección y la máquina de pruebas universal.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

PMMA Polimetilmetacrilato

PS Poliestireno

PC Policarbonato

PA Poliamida

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	6
2. MARCO TEÓRICO	9
3. METODOLOGÍA.....	14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	20
REFERENCIAS	22
APÉNDICE.....	23

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El proceso de inyección de plásticos es uno de los procesos más importantes para la elaboración de piezas de plástico de alta producción, que generalmente son elementos ensamblados con otras piezas del mismo o de diferente material, de ahí la importancia de tener un proceso bien controlado para tener piezas conforme a tolerancias de calidad de las empresas, como por ejemplo apariencia, dimensiones, propiedades mecánicas, térmicas, etc.

En este proceso, se utiliza plástico en forma de pellets o gránulos como materia prima. Estos gránulos se calientan hasta que se obtiene una fusión. La masa fundida se inyecta en un molde donde se deja solidificar para obtener la forma deseada. El molde se abre y la pieza se expulsa. Los parámetros del proceso, tales como tiempo de ciclo, tiempo de llenado, tiempo de enfriamiento, tiempo de inyección, velocidad de inyección, presión de inyección, presión de mantenimiento, temperatura de fusión, temperatura del molde, etc., deben optimizarse para producir piezas de plástico terminadas con buena calidad.

Por tanto, este trabajo fue realizado para dar a conocer las diferentes calidades de material (expresadas en términos del esfuerzo máximo que soportan a flexión) que se pueden obtener al variar cada uno de los anteriores parámetros.

Existen diversos artículos de investigación en donde se describen los estudios que se han realizado para mejorar y optimizar el proceso de moldeo por inyección, no obstante, muchos de estos estudios proponen modelos matemáticos o procedimientos difíciles de llevar a cabo en la práctica. Debido a lo anterior, con este proyecto se desea plantear una forma de optimización mucho más empírica o tradicional, sin dejar de ser igualmente válida.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar qué parámetros o variables optimizan y garantizan la mejor calidad de piezas de policarbonato fabricadas a partir del proceso de inyección.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los variables que menos afectan la calidad del material inyectado.
- Realizar pruebas de flexión en cada una de las probetas fabricadas.
- Analizar por medio de software los datos obtenidos en las pruebas de flexión.

1.3 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

El trabajo presente se organiza de la siguiente forma:

Introducción, donde se presenta la justificación del proyecto, se formula el problema a abordar y se describen los objetivos generales y específicos.

Marco teórico, donde se describe el proceso de inyección de plásticos y las diferentes variables que en éste intervienen para obtener un producto de buena calidad, así como también el estado del arte del mismo.

Metodología, donde se agrupan todos los procedimientos llevados a cabo para alcanzar el objetivo general propuesto en este trabajo.

Resultados y discusión, aquí se presentan una serie de tablas y gráficos que se obtuvieron a partir del análisis de datos y que permiten por tanto inferir diferentes conclusiones.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Por último, se realizan conclusiones sobre el método de optimización empírico o tradicional propuesto aquí y las diferencias con respecto a procesos más sofisticados que pudieron implementarse.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Definición

El moldeo por inyección consiste básicamente en fundir un material plástico en condiciones adecuadas e introducirlo a presión en las cavidades de un molde, donde se enfría hasta una temperatura a la que las piezas puedan ser extraídas sin deformarse. El gran desarrollo que las máquinas de inyección han sufrido en los últimos años se ha visto influenciado no sólo por el creciente número de materiales y tipo de los mismos disponible, sino también por la demanda creciente de artículos de plástico. Muchos de los materiales corrientes como PS, PC, PA, PVC, PMMA, etc., se desarrollaron en la década de los años 30. El moldeo por inyección se aplica normalmente a resinas termoplásticas si bien, con ciertas modificaciones, se puede aplicar a materiales termoestables y a elastómeros sintéticos. (Universidad de Alicante)

En el moldeo por inyección, un polímero en estado líquido y caliente fluye a través de unos conductos o canales de geometría compleja, las paredes de éstos están mucho más frías que el propio polímero, llenando un molde que también tiene las paredes frías. El proceso puede dividirse en dos fases; en la primera tiene lugar la fusión del material y en la segunda la inyección del mismo en el molde. La pieza moldeada se recupera al abrir el molde para sacarla. Una máquina de moldeo por inyección tiene dos secciones principales:

- La unidad o grupo de inyección
- La unidad de cierre, o prensa, que aloja al molde

Un ciclo de inyección en una máquina convencional puede considerarse constituido por los tiempos y movimientos siguientes:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

a) Tiempo de cierre del molde, durante el cual actúa el sistema de cierre, la máquina ejecuta el movimiento necesario y cierra el molde.

b) Tiempo de avance de la unidad de inyección, durante el cual la unidad de inyección, que hasta ese momento se encuentra separada del molde, avanza hasta que la boquilla se posa sobre el bebedero del molde (punto de entrada al molde).

c) Tiempo de llenado o de inyección, en el que el pistón o el husillo avanza realizando la inyección del material. En este tiempo el molde se llena con el polímero inyectado. El tiempo necesario para realizar la inyección depende del polímero empleado, de la temperatura que éste alcanza, de la velocidad de avance del husillo, del tamaño del molde y de los canales que ponen en comunicación el molde con el cilindro de inyección.

d) Tiempo de compactación (o tiempo de moldeo o de mantenimiento), durante el cual el molde permanece cerrado y el polímero comienza a enfriarse en el molde. Cuando el material comienza a enfriarse se contrae, por lo que para mantener la presión en el molde durante este periodo se suele introducir lentamente algo más de material dentro de la cavidad de moldeo, lo que compensa la contracción. Este periodo puede variar entre unos segundos y varios minutos. El peso final de la pieza, su estabilidad dimensional y las tensiones internas que pudieran aparecer dependen de cómo se realice esta etapa, que finaliza en el momento en el que el material que ocupa la entrada del molde solidifica, de modo que ya no es necesario mantener la unidad de inyección en posición avanzada para seguir manteniendo la presión.

e) Tiempo de retroceso de la unidad de inyección, la unidad de inyección retrocede, y comienza el movimiento rotatorio del husillo para plastificar el material para la siguiente etapa, simultaneándose con la fase de enfriamiento, apertura del molde y extracción de la pieza y acelerando así el tiempo total de ciclo.

f) Tiempo de enfriamiento, necesario para enfriar el polímero que ocupa las cavidades del molde. Generalmente se toma este tiempo desde que acaba la etapa de compactación hasta que se abre el molde, sin embargo, realmente el enfriamiento del material comienza tan pronto como el polímero toca las paredes frías del molde, y finaliza cuando se extrae la

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

pieza, por lo que el enfriamiento tiene lugar también durante las etapas de llenado y compactación.

g) Tiempo de apertura del molde, durante el cual se abre el molde. Este tiempo viene a ser aproximadamente constante para cada máquina.

h) Tiempo de extracción de la pieza, durante el cual se sacan las piezas moldeadas de las cavidades de moldeo.

i) Tiempo con el molde abierto, que generalmente es muy corto, pero que en ocasiones puede ser considerable, por ejemplo, si es preciso colocar inserciones metálicas en el molde. (Universidad de Alicante)

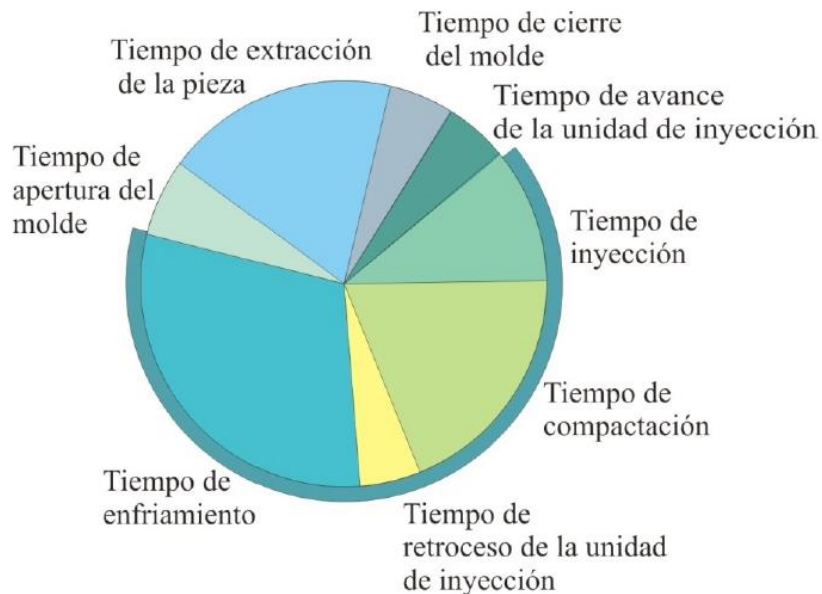


Ilustración 1 Duración relativa de las diferentes etapas del ciclo de inyección. (Universidad de Alicante)

Las principales ventajas del moldeo por inyección son:

- El grado de automatización alcanzado con estas máquinas.
- La posibilidad para fabricar productos plásticos con tolerancias muy pequeñas.
- Versatilidad para el moldeo de una amplia gama de productos, tanto en formas como en materiales plásticos distintos. (Universidad de Oviedo)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.2 Control de presión, temperatura y tiempo

Las condiciones de moldeo juegan un papel importante para el proceso de inyección de plástico. La calidad de la pieza moldeada, que incluye la resistencia, el alabeo y la tensión residual, está muy influenciada por las condiciones en las que se procesa.

Estas condiciones también afectan la productividad, el tiempo de ciclo y el consumo de energía del proceso. (Dang)

La calidad de los productos obtenidos en el moldeo por inyección incluye propiedades mecánicas, calidad de la superficie, dimensiones y densidad. Para obtener una calidad aceptable y reproducible, es esencial mantener el proceso de moldeo bajo un control preciso (Universidad de Oviedo). En la práctica, la configuración de los parámetros del proceso se basa aún en la experiencia de quien opera la máquina de inyección. La máquina se programa con los parámetros de operación de manera aproximada y bajo la experiencia del operario; es decir, se procede a ingresar los parámetros que empíricamente se han obtenido a partir de otros moldes semejantes y/o parámetros proporcionados por el distribuidor del material. Una vez ingresados estos valores, se comienzan a variar los parámetros conforme van formándose las piezas (Arenas, 2014). Una vez que la pieza, aparentemente, no tiene defectos, se dice que la optimización está realizada y se continúa con la producción.

Las entradas al sistema de control son:

- Temperaturas en la camisa, boquilla y molde medidas mediante termopares.
- Presión del líquido hidráulico que actúa sobre el brazo del émbolo.
- Presión del polímero en el molde.
- Posición y velocidad del brazo del émbolo mediante un sensor tipo potenciómetro (Universidad de Oviedo)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.3 Algunos aspectos de la calidad del producto

Puede considerarse al procedimiento de moldeo por inyección como una trilogía cuyos componentes son:

- La unidad de inyección
- El molde
- El polímero

Se trata de estudiar el comportamiento del material durante su tratamiento y sus efectos sobre la calidad del producto. Los principales parámetros de control del proceso son:

- La temperatura del material fundido
- La temperatura del molde
- La presión de inyección y la presión de retención
- La velocidad de inyección
- La distribución del tiempo para las diversas partes del ciclo del proceso. (Universidad de Oviedo)

3. METODOLOGÍA

3.1 DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS

El desarrollo de este proyecto está comprendido por cuatro etapas:

3.1.1 Preparación del material granulado. El policarbonato en forma de gránulos debe secarse en un horno por 6 horas seguidas. De esta forma se asegura que el material esté libre de humedad a la hora de ser fundido, ya que, de no estarlo, la calidad del producto final se verá seriamente comprometida.

3.1.2 Inyección del material en el molde. En este proceso se fabricaron 120 probetas de policarbonato, en grupos de a 5. A cada grupo, 24 en total, se les variaron los parámetros de tiempo de enfriamiento, tiempo de packing o compactación, presión de packing, temperatura del molde y temperatura de inyección de acuerdo con la tabla 1:

Tabla 1 Parámetros ajustados en cada grupo de probetas

Grupo de probetas	Tiempo de enfriamiento [s]	Tiempo de packing [s]	Presión de Packing [Bar]	Temperatura molde [°C]	Temperatura inyección [°C]
1	10	1,5	400	50	300
2	15	1,5	400	50	300
3	10	4	400	50	300
4	15	4	400	50	300
5	10	7,7	400	50	300
6	15	7,7	400	50	300
7	10	1,5	600	50	300
8	15	1,5	600	50	300
9	10	4	600	50	300
10	15	4	600	50	300
11	10	7,7	600	50	300
12	15	7,7	600	50	300
13	10	1,5	400	80	300
14	15	1,5	400	80	300
15	10	4	400	80	300

Grupo de probetas	Tiempo de enfriamiento [s]	Tiempo de packing [s]	Presión de Packing [Bar]	Temperatura molde [°C]	Temperatura inyección [°C]
16	15	4	400	80	300
17	10	7,7	400	80	300
18	15	7,7	400	80	300
19	10	1,5	600	80	300
20	15	1,5	600	80	300
21	10	4	600	80	300
22	15	4	600	80	300
23	10	7,7	600	80	300
24	15	7,7	600	80	300

3.1.3 Pruebas mecánicas de flexión. Luego que las probetas se enfrían a temperatura ambiente, se realizan los ensayos de flexión a cada una de ellas en la máquina universal. Esta máquina registra los datos de la fuerza aplicada en newtons versus la deformación o desplazamiento en milímetros de la probeta en un computador.

3.1.4 Análisis de datos. Por último, se analizan los datos que la máquina universal registra en el computador, por medio del software Microsoft Excel. Aquí se calculan el esfuerzo máximo, el esfuerzo promedio, la desviación estándar y los módulos de elasticidad de las probetas. En este paso se determinan cuáles parámetros son los más adecuados variar al momento de inyectar el material.

3.2 RECURSOS HUMANOS

Tabla 2 Recursos humanos que apoyaron el trabajo realizado

Miembro	Función
Carlos Andrés Vargas Isaza	Tutor del proyecto
Encargados laboratorio polímeros ITM	Proporcionar acceso a los equipos del laboratorio

3.3 RECURSOS TECNOLÓGICOS O INSTITUCIONALES

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 3 Recursos materiales utilizados

Recurso	Función
Laboratorio de polímeros ITM	Realización de pruebas y ensayos
Máquina de inyección de polímeros	Fabricación de probetas
Máquina de pruebas universal	Ensayos de flexión a probetas

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 4 Análisis de parámetros en cada grupo de probetas

Grupo de probetas	Tiempo de enfriamiento [s]	Tiempo de packing [s]	Presión de Packing [Bar]	Temperatura molde [°C]	Temperatura inyección [°C]
1	10	1,5	400	50	300
2	15	1,5	400	50	300
3	10	4	400	50	300
4	15	4	400	50	300
5	10	7,7	400	50	300
6	15	7,7	400	50	300
7	10	1,5	600	50	300
8	15	1,5	600	50	300
9	10	4	600	50	300
10	15	4	600	50	300
11	10	7,7	600	50	300
12	15	7,7	600	50	300
13	10	1,5	400	80	300
14	15	1,5	400	80	300
15	10	4	400	80	300
16	15	4	400	80	300
17	10	7,7	400	80	300
18	15	7,7	400	80	300
19	10	1,5	600	80	300
20	15	1,5	600	80	300
21	10	4	600	80	300
22	15	4	600	80	300
23	10	7,7	600	80	300
24	15	7,7	600	80	300

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 5 Esfuerzo promedio y desviación estándar

Grupo de probetas	Esfuerzo promedio [N/mm ²]	Desviación estándar
1	105,68	1,75
2	102,62	1,59
3	108,26	0,88
4	104,48	5,15
5	107,49	5,21
6	109,94	2,63
7	102,81	0,61
8	113,23	2,01
9	121,27	4,78
10	120,49	3,23
11	121,60	1,71
12	118,30	5,46
13	111,33	13,43
14	103,62	2,50
15	114,39	3,49
16	110,98	5,28
17	107,35	1,89
18	108,44	4,38
19	114,40	3,27
20	103,14	3,61
21	105,49	1,48
22	109,39	1,86
23	124,26	1,72
24	122,51	3,03

De acuerdo con las tablas 4 y 5, se observa que a medida que se aumenta el tiempo de packing o compactación, el esfuerzo promedio se hace mayor, siempre y cuando la presión de packing se mantenga por encima de los 400 bares. Por lo que los grupos de probetas 11, 12, 23 y 24 tienen los esfuerzos promedios más altos, mientras que los grupos 1, 2, 14 y 20

tienen los esfuerzos más bajos. Los valores de esfuerzo promedio están muy próximos entre sí ya que la desviación estándar es muy baja.



Ilustración 2 Esfuerzo promedio

Tabla 6 Módulo promedio y desviación estándar

Grupo de probetas	Módulo promedio [N/mm ²]	Desviación estándar
1	2425,21	35,39
2	2357,99	24,99
3	2695,97	20,33
4	2719,89	32,85
5	2784,28	24,31
6	2741,98	13,57
7	2474,78	20,19
8	2812,17	31,62
9	3192,15	167,15
10	2983,61	35,46
11	3054,61	66,25
12	2848,56	23,63
13	2409,12	339,28

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Grupo de probetas	Módulo promedio [N/mm ²]	Desviación estándar
14	2252,23	53,06
15	2739,03	79,07
16	2640,20	107,23
17	2716,65	21,42
18	2602,32	121,54
19	2492,07	146,91
20	2456,45	46,10
21	2663,34	64,79
22	2398,88	47,85
23	3063,18	44,55
24	3049,81	31,77

De igual forma que con el esfuerzo máximo y de acuerdo con las tablas 4 y 6 se observa que a medida que se aumenta el tiempo de packing o compactación, el módulo de elasticidad se hace mayor, siempre y cuando la presión de packing se mantenga por encima de los 400 bares. Por lo que los grupos de probetas 11, 12, 23 y 24 tienen los módulos promedios más altos, mientras que los grupos 1, 2, 14 y 20 tienen los módulos más bajos. No obstante, para este caso, la desviación estándar es mucho mayor que para el caso del esfuerzo.

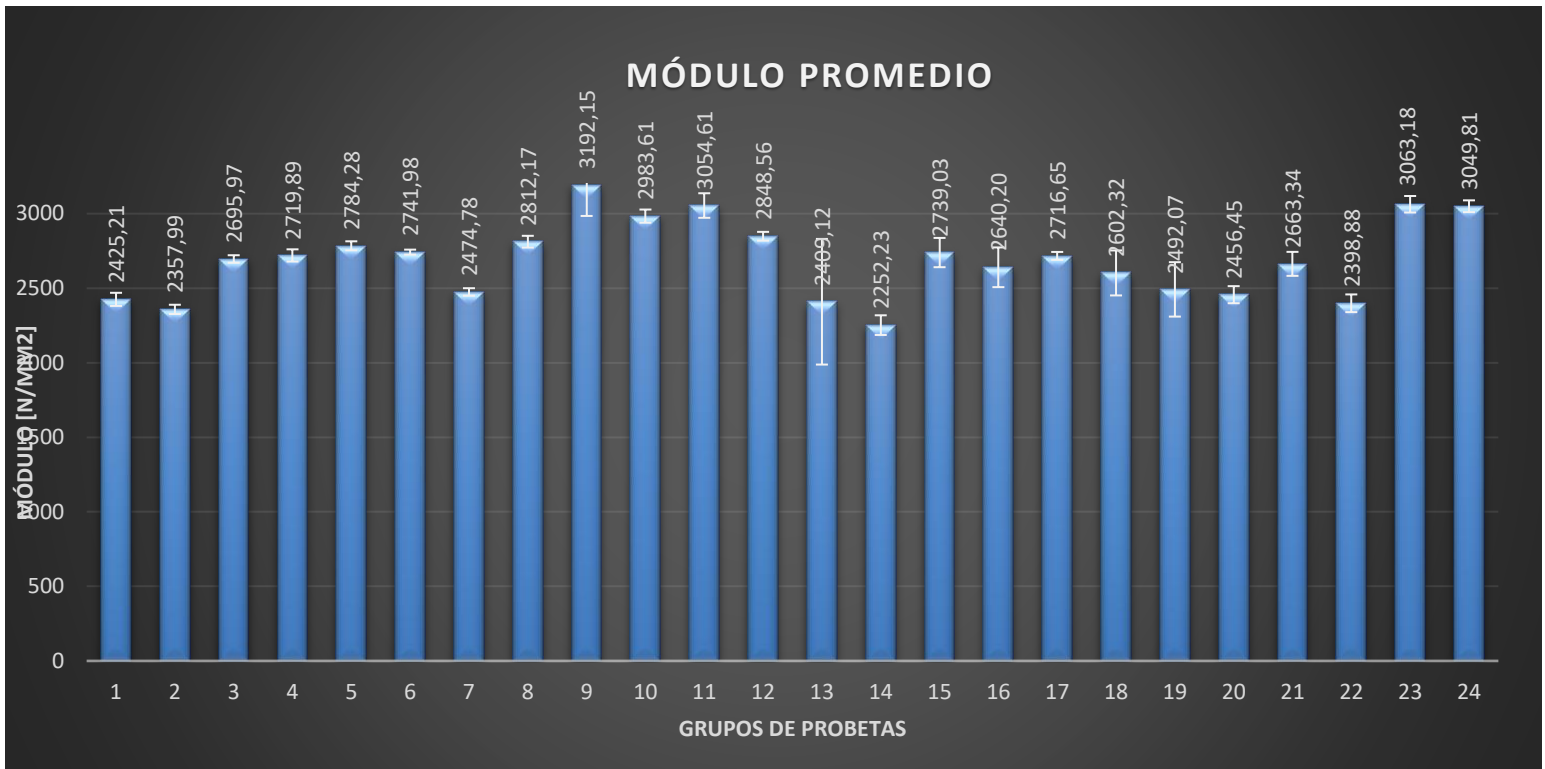


Ilustración 3 Módulo de elasticidad promedio

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1 CONCLUSIONES

- Cuando se varían el tiempo y la presión de packing del material inyectado haciéndolos cada vez mayores, se obtienen los mejores resultados en cuanto a la resistencia del producto final.
- De acuerdo con los resultados, el tiempo de enfriamiento, la temperatura del molde y la temperatura de inyección no influyen considerablemente en la calidad del material inyectado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- No obstante, los resultados obtenidos a partir del análisis de datos en Excel muestran que el porcentaje de variación de las probetas con esfuerzo promedio mayor 124.26 N/mm² con respecto a las probetas con esfuerzo promedio menor 102.62 N/mm² es de sólo el 17.5 %.

5.2 RECOMENDACIONES

En este trabajo se realizaron pruebas de flexión en probetas de policarbonato sin ningún tipo de tratamiento químico o térmico, por tanto, es necesario llevar a cabo este mismo tipo de procedimiento en probetas que tengan los mencionados tratamientos, ya que los resultados seguramente van a ser muy distintos.

5.3 TRABAJO FUTURO

- En el futuro se deben probar diferentes materiales como el PVC, el poliestireno o el PMMA, ya que estas conclusiones sólo están basadas en los resultados obtenidos de las pruebas con el policarbonato.
- Evaluar el efecto de otras variables como la temperatura de inyección y tiempos de inyección con el material evaluado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

DANG, Xuan-Phuong. General frameworks for optimization of plastic injection molding process parameters. En: ScienceDirect [base de datos en línea]. 2014. p. 1 [citado el 14 de noviembre de 2017].

PIÑA ARENAS, Pedro. Parametrización del proceso de inyección en plásticos de ingeniería. México, 2014, 101 h. Tesis (Ingeniero mecánico). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de ingenierías. [en línea] <<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4380/tesis.pdf>>

UNIVERSIDAD DE ALICANTE. Tema 5. Inyección [en línea] <[Bhttp://iq.ua.es/TPO/Tema5.pdf](http://iq.ua.es/TPO/Tema5.pdf)> [citado el 14 de noviembre de 2017].

UNIVERSIDAD DE OVIEDO. Tema 11: moldeo por inyección [en línea] <<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion11.MOLDEO.POR.INYECCION.pdf>> [citado el 14 de noviembre de 2017].

APÉNDICE

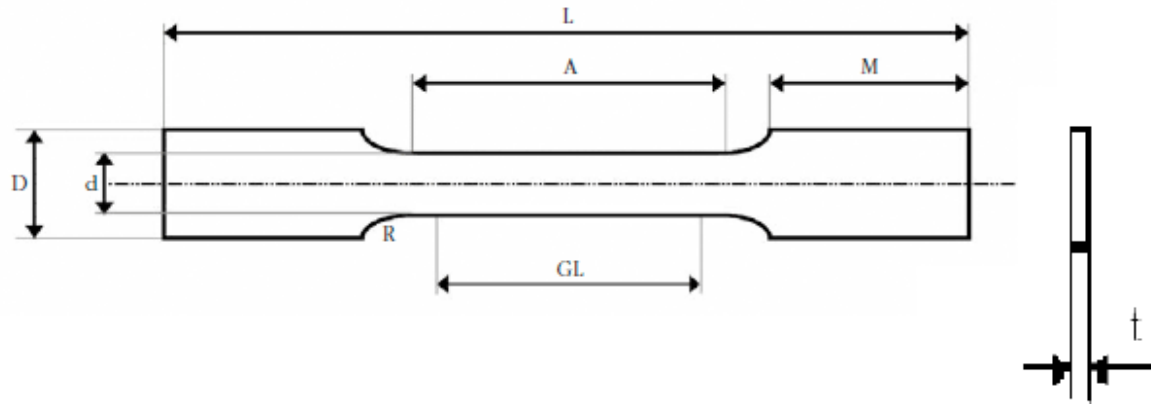
APÉNDICE A

FORMULA ESFUERZO
$\sigma_f = 3PL/2bd^2 \quad (3)$
<p>where:</p> <p>σ = stress in the outer fibers at midpoint, MPa (psi),</p> <p>P = load at a given point on the load-deflection curve, N (lbf),</p> <p>L = support span, mm (in.),</p> <p>b = width of beam tested, mm (in.), and</p> <p>d = depth of beam tested, mm (in.).</p>

FORMULA DEFORMACIÓN
$\varepsilon_f = 6Dd/L^2 \quad (5)$
<p>where:</p> <p>ε_f = strain in the outer surface, mm/mm (in./in.),</p> <p>D = maximum deflection of the center of the beam, mm (in.),</p> <p>L = support span, mm (in.), and</p> <p>d = depth, mm (in.).</p>

APÉNDICE B

DIMENSIONES PROMEDIOS DE LAS PROBETAS




Esesor t [mm]	Ancho d [mm]	Longitud L [mm]
3,5	12,6	60

APÉNDICE C

CÁLCULO DE ESFUERZOS MÁXIMOS Y MÓDULOS DE ELASTICIDAD

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES Carríos M.A.

FIRMA ASESOR 

FECHA ENTREGA: 2017-11-16

se entrega informe de trabajo de producto de laboratorio.

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO ___ ACEPTADO ___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES ___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____