

## CAPITULO V.

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 5.1 CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

##### 5.1.1 TEMPERATURA.

En cada una de las dosificaciones desarrolladas se elaboraron 6 cilindros de 10x20cm, 2 vigas de 15x15x50cm, 3 barras de contracción de 7.5x7.5x28.5cm y un anillo de contracción. Las temperaturas obtenidas para cada una de las mezclas fue la siguiente:

TIPO DE MEZCLA	RELACIÓN A/C.	RELACIÓN G/A.	TEMPERATURA
DIMT	0.74	0.71	20° C.
DIMF	0.74	0.71	20° C.
DIMH	0.74	0.71	21° C.

**Tabla 5.1** Resultados de temperatura en el concreto.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos observar que no hay una diferencia significativa de temperatura entre las distintas mezclas. La máxima variación encontrada fue de 1° C, por lo que se puede afirmar que se tomaron las medidas adecuadas para la correcta elaboración de cada una de las mezclas, ya que el parámetro aceptable para temperatura es de 17° C a 23° C, dentro del que se encuentran las temperaturas obtenidas.

Debido a lo mencionado anteriormente se puede decir que la temperatura y su variación no representaron ningún problema en las propiedades del concreto en estado

fresco y posteriormente del concreto en estado endurecido, tomando en cuenta que la temperatura es un factor que puede influir en la resistencia del concreto y en la contracción por secado.



**Fig. 5.1** Estación climatológica.

### 5.1.2 REVENIMIENTO.

Los resultados obtenidos de la prueba de revenimiento se muestran en la siguiente tabla y se comparan con los valores teóricos del diseño de cada una de las mezclas. El revenimiento buscado fue de 14 cm.  $\pm$  2 cm., pudiendo observar que en todos los casos no se pudo alcanzar el revenimiento de diseño, aún cuando se ajustó el revenimiento agregando agua a cada una de las mezclas.

Esto se debió principalmente a que el concreto adicionado con fibras proporciona mayor cohesividad a la mezcla y se obtiene un revenimiento menor, sin embargo no afectó las propiedades de la mezcla, por lo que el concreto presentó una buena consistencia y trabajabilidad.

TIPO DE MEZCLA	REVENIMIENTO DE DISEÑO	REVENIMIENTO OBTENIDO
DIMT	14 cm. $\pm$ 2 cm.	10 cm.
DIMF	14 cm. $\pm$ 2 cm.	6 cm.
DIMH	14 cm. $\pm$ 2 cm.	6 cm.

**Tabla 5.2** Resultados de Revenimiento.

### 5.1.3 PESO VOLUMÉTRICO.

La siguiente tabla muestra los valores de peso volumétrico obtenidos para cada una de las mezclas.

TIPO DE MEZCLA	PESO VOLUMÉTRICO DE DISEÑO (Ton/m <sup>3</sup> ).	PESO VOLUMÉTRICO OBTENIDO (Ton/m <sup>3</sup> ).
DIMT	2.111	2.175
DIMF	2.111	2.098
DIMH	2.034	2.039

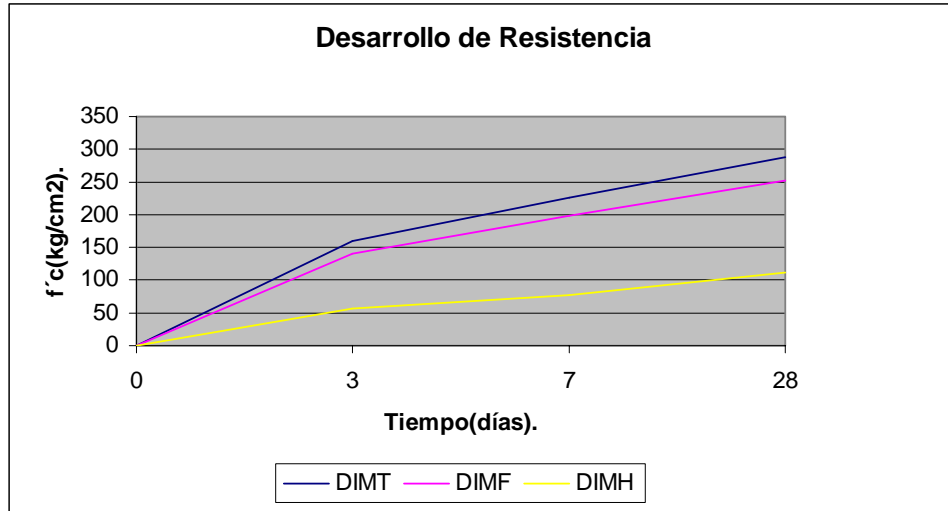
**Tabla 5.3** Resultados de Peso Volumétrico.

Como se puede observar en la tabla el peso volumétrico obtenido para cada una de las mezclas se mantuvo muy cerca del valor del peso volumétrico de diseño, por lo tanto, no es un factor que afecte la contracción por secado en el concreto, y de acuerdo con las Normas de Construcción del Distrito Federal cuando el peso volumétrico en estado fresco del concreto es igual o menor a 2.2ton/m<sup>3</sup> se clasifican como cementos Clase II.

## 5.2 CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.

### 5.2.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE.

#### GRÁFICAS DE DESARROLLO DE RESISTENCIA.

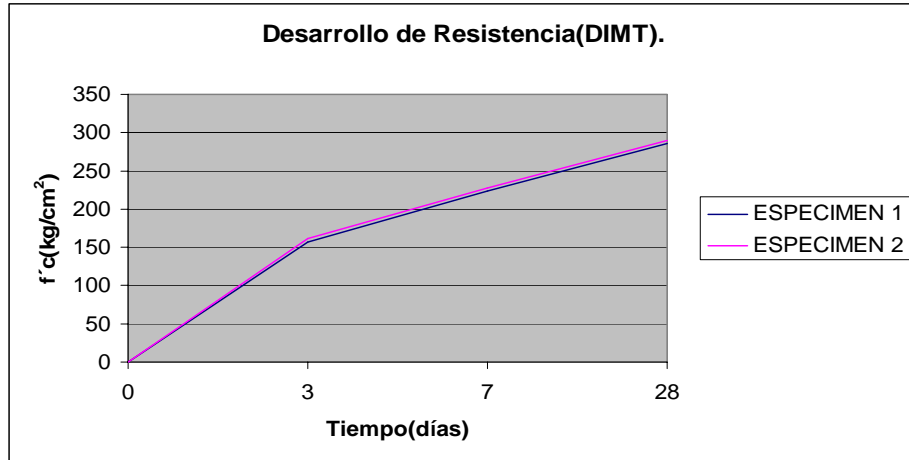


**Gráfica 5.1** Resultados de Compresión Simple en las tres mezclas.

#### Análisis de la Gráfica:

En esta gráfica se observa el comportamiento que tuvieron las distintas mezclas que se ensayaron a compresión simple a la edad de 3, 7 y 28 días. Los valores que se muestran son las resistencias promedio de cada una de las mezclas. Se observó que la mezcla que obtuvo mayor resistencia a la compresión fue la mezcla testigo.

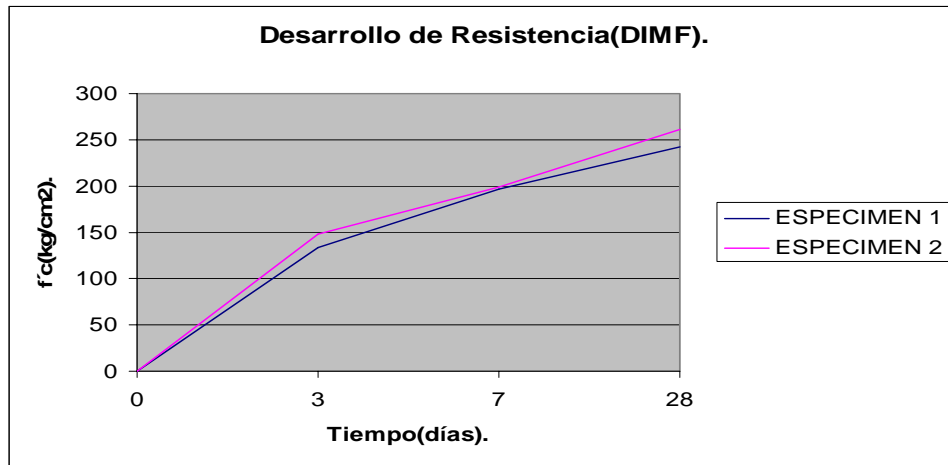
En las siguientes tablas se muestran los valores alcanzados por cada una de las mezclas al ensayar dos cilindros de 10x20cm a la edad de 3, 7 y 28 días, teniendo una mejor apreciación de las resistencias obtenidas por cada mezcla.



Gráfica 5.2 Resultados de Compresión Simple para la mezcla testigo.

Análisis de la Gráfica:

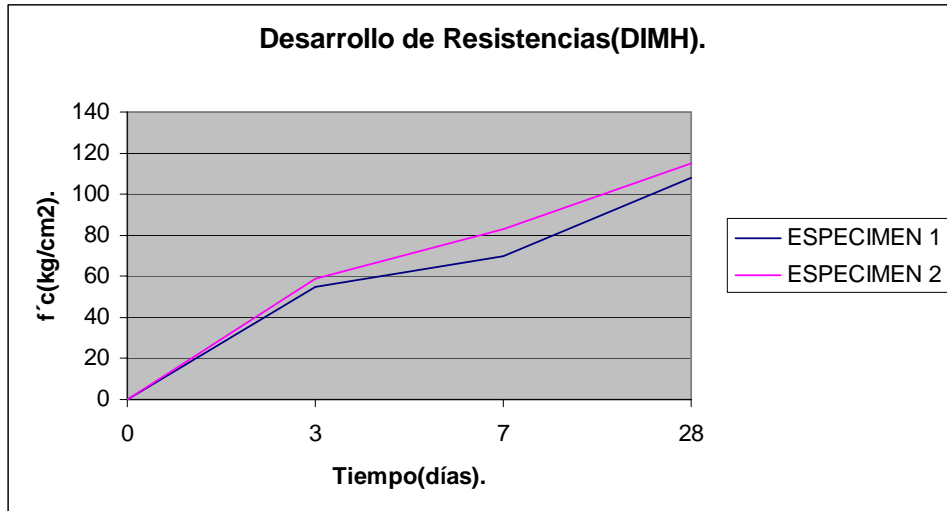
Esta gráfica nos muestra las resistencias a través del tiempo que se obtuvieron para la mezcla testigo, que nos va a servir para tener un punto de comparación con las otras mezclas adicionadas con fibras.



**Gráfica 5.3** Resultados de Compresión Simple para la mezcla con fibra.

Análisis de la Gráfica:

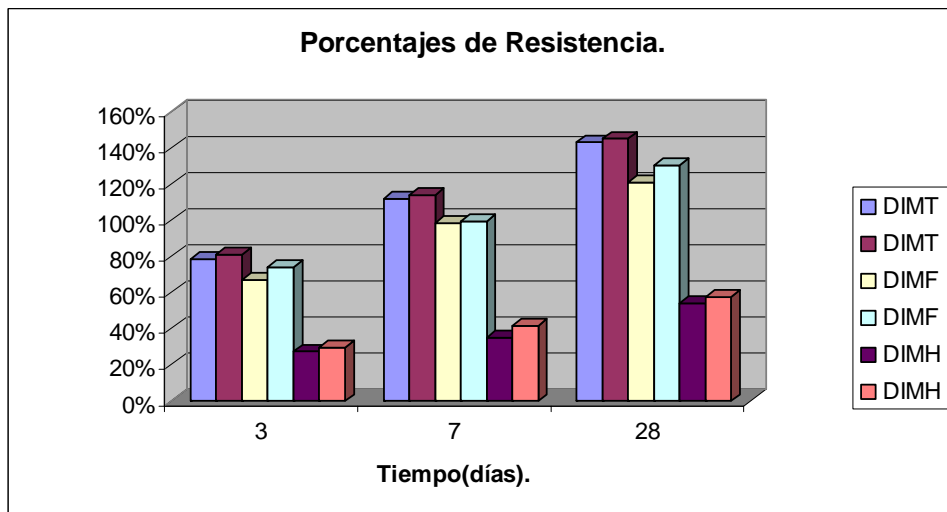
En esta gráfica observamos que hay un cambio en las resistencias obtenidas para la mezcla adicionada con fibra copolimérica en comparación con la mezcla testigo, siendo de menor magnitud los valores obtenidos para la mezcla con fibra.



**Gráfica 5.4** Resultados de Compresión Simple para la mezcla con hule de llanta.

Análisis de la Gráfica.

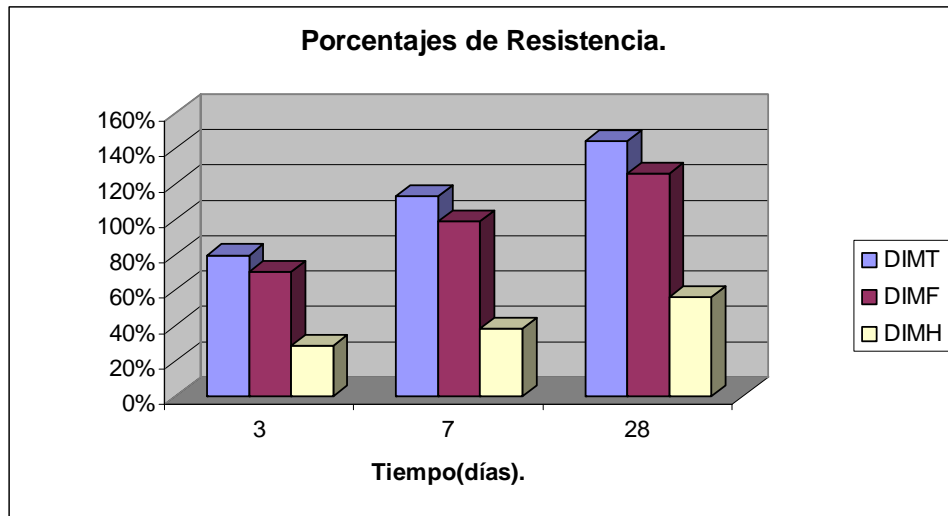
Esta gráfica nos muestra los valores obtenidos para la mezcla adicionada con hule de llanta y se observa un comportamiento de resistencia menor al mostrado por la mezcla testigo e incluso menor que la mezcla adicionada con fibra, por lo tanto, de las tres mezclas que se diseñaron fue la que tuvo los valores más bajos de resistencia a la compresión.



**Gráfica 5.5** Porcentajes de Resistencia.

Análisis de la Gráfica:

En esta gráfica podemos observar el comportamiento que tuvieron las distintas mezclas a través del tiempo hasta alcanzar su máxima resistencia a la edad de 28 días, los valores se dan en porcentaje de acuerdo a la resistencia alcanzada, tomando como el 100% al  $f'c$  de diseño que fue de 250 kg/cm<sup>2</sup>. Como se puede observar la mezcla testigo y la mezcla adicionada con fibra sobrepasaron el  $f'c$  de diseño y la mezcla adicionada con hule de llanta no alcanzó el  $f'c$  de diseño.



**Gráfica 5.6** Porcentajes Promedio de Resistencia.

Análisis de la Gráfica.

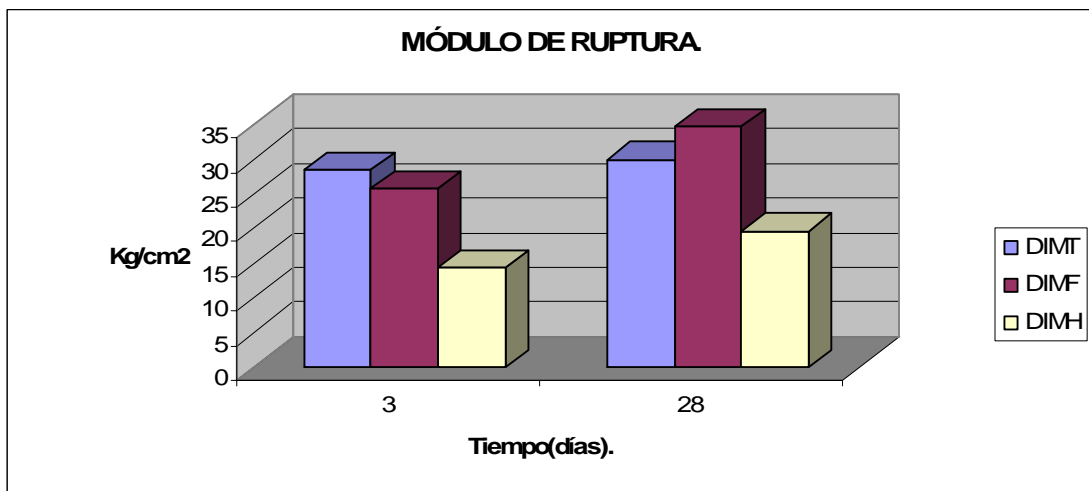
En esta gráfica podemos observar más detalladamente los porcentajes de resistencia de cada una de las mezclas. Para la mezcla testigo el porcentaje más alto fue de 145% obtenido por un  $f'c = 290\text{kg/cm}^2$ , para la mezcla adicionada con fibra se alcanzó un porcentaje del 131% con un  $f'c = 261\text{kg/cm}^2$  y para la mezcla de hule de



llanta se obtuvo un porcentaje del 58%, es decir solamente se alcanzó un  $f'c = 115 \text{kg/cm}^2$ .

### 5.2.2 MÓDULO DE RUPTURA.

#### GRÁFICAS DEL MÓDULO DE RUPTURA.

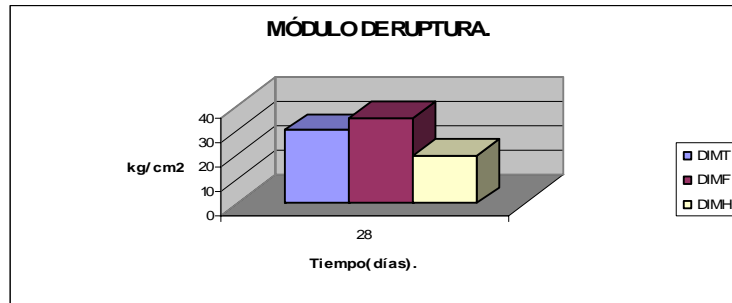


**Gráfica 5.7** Resultados del Módulo de Ruptura.

Análisis de la Gráfica:

Como se observa en la gráfica, el módulo de ruptura es afectado de forma variable según el tipo de fibra que se utilizó a través del tiempo. Al realizar la prueba a tres días la mezcla testigo fue la que mostró un mejor desempeño y a los 28 días la

mezcla adicionada con fibra polimérica obtuvo un desempeño mayor al mostrado por las otras mezclas, como se puede observar en la siguiente gráfica.

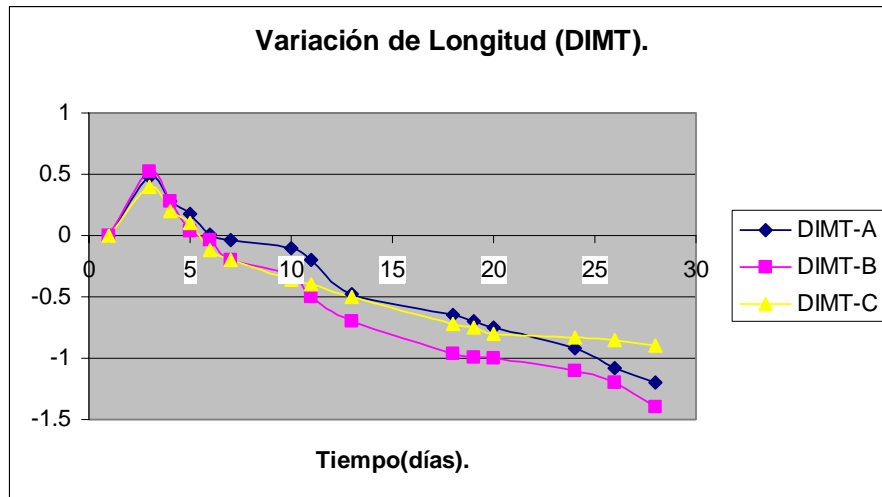


**Gráfica 5.8** Resultados Máximos del Módulo de Ruptura.

### 5.2.3 VARIACIÓN DE LONGITUD EN BARRAS DE CONTRACCIÓN.

GRÁFICAS DE LA VARIACIÓN DE LONGITUD.

GRÁFICA DE LA VARIACIÓN DE LONGITUD EN LA MEZCLA TESTIGO.

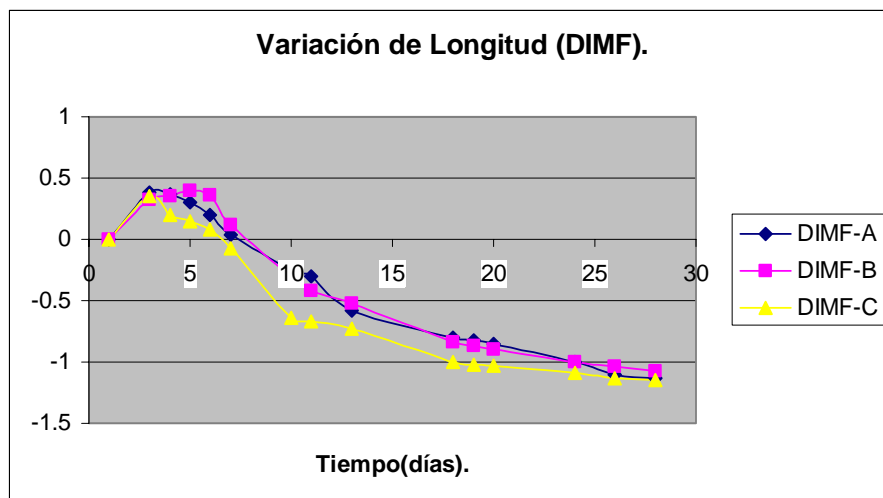


**Gráfica 5.9** Variación de Longitud en la mezcla testigo.

Análisis de la Gráfica:

En esta gráfica se puede observar el desarrollo de la variación de la longitud en las barras de contracción, teniendo al principio un incremento de su longitud al estar sumergidas en agua y después al estar en el cuarto de curado los especímenes se empiezan a contraer.

#### GRÁFICA DE LA VARIACIÓN DE LONGITUD EN LA MEZCLA CON FIBRA.



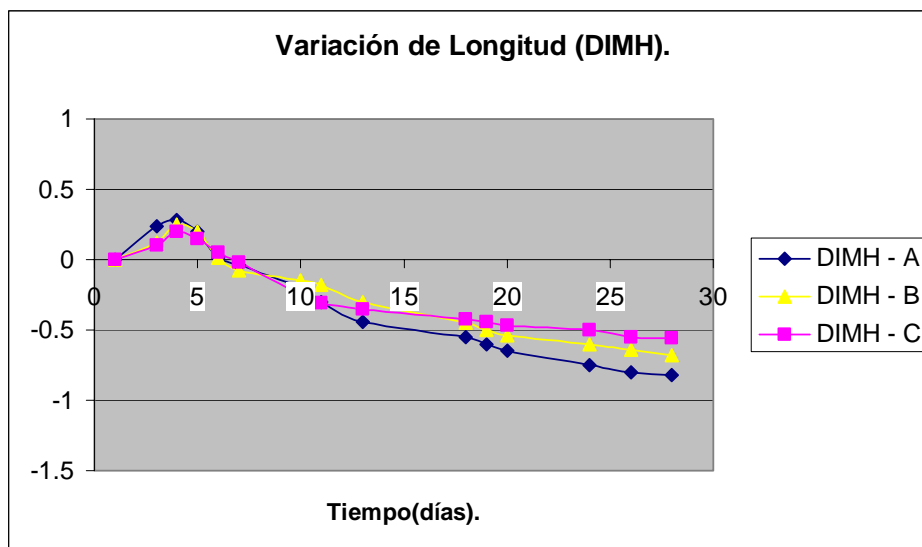
Gráfica 5.10 Variación de Longitud en la mezcla con fibra.

#### Análisis de la Gráfica:

Como en la gráfica anterior, se pueden observar los valores que se obtuvieron a través del tiempo para la mezcla adicionada con fibra copolimérica, y como se puede

ver en la gráfica las tres barras mostraron un comportamiento muy similar en la variación de su longitud.

GRÁFICA DE LA VARIACIÓN DE LONGITUD EN LA MEZCLA CON HULE DE LLANTA.

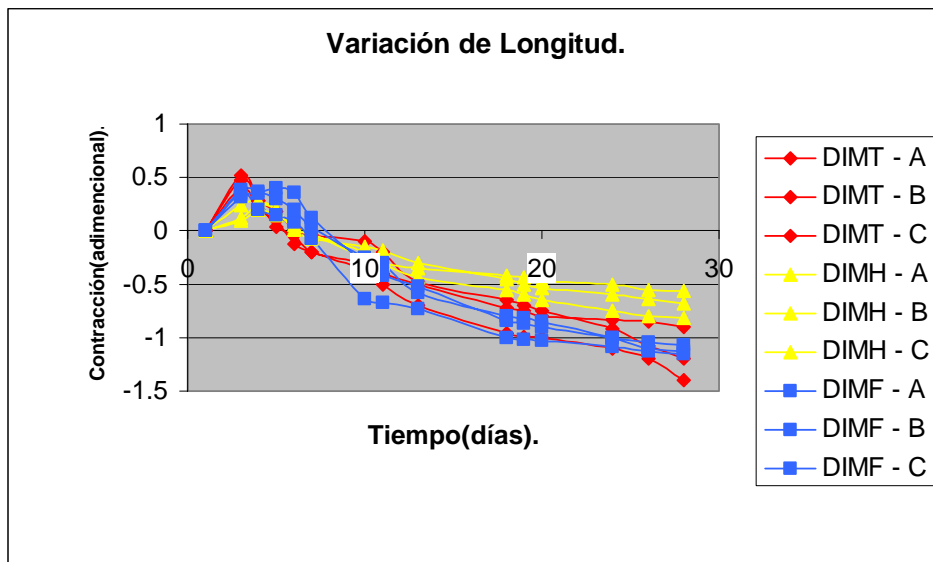


Gráfica 5.11 Variación de Longitud en la mezcla con hule de llanta.

Análisis de la Gráfica:

Para la mezcla adicionada con hule de llanta se pueden observar los valores de variación de longitud y su comportamiento a los 28 días, demostrando al final de la gráfica un comportamiento estable de la contracción.

GRÁFICA COMPARATIVA DE LA VARIACIÓN DE LONGITUD EN LAS TRES MEZCLAS.



Gráfica 5.12 Comparativa de la variación de longitud en las tres mezclas.

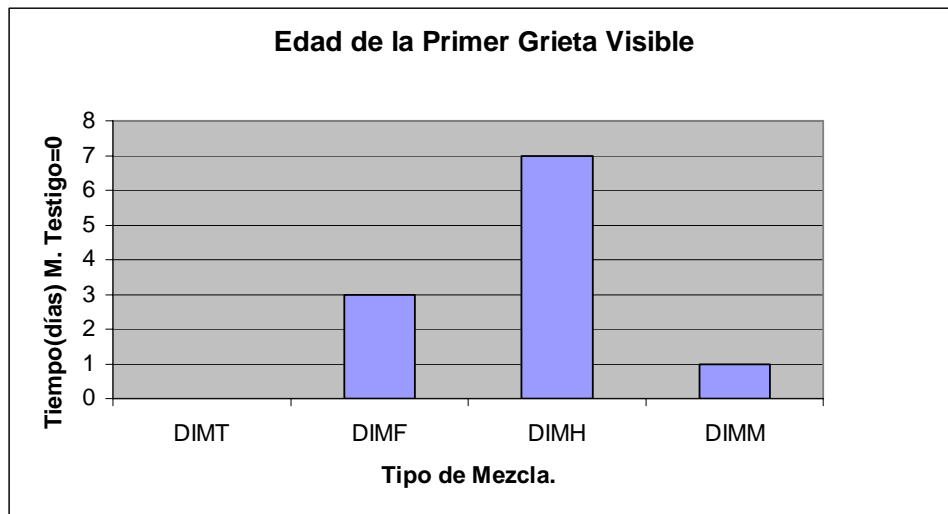
Análisis de la Gráfica:

En esta gráfica tenemos los valores de las tres mezclas para poder comparar el desempeño de las mezclas adicionadas con fibra copolimérica y hule de llanta contra la mezcla testigo. Como se puede observar la mezcla testigo es la que sufrió una mayor variación de longitud y la que contrarresto de manera más efectiva el fenómeno de la

contracción fue la mezcla con hule de llanta, quedando la mezcla con fibra copolimérica en medio de ambas.

#### 5.2.4 PRUEBA DEL ANILLO DE CONTRACCIÓN RESTRINGIDA.

GRÁFICA DE LA PRIMER GRIETA VISIBLE.

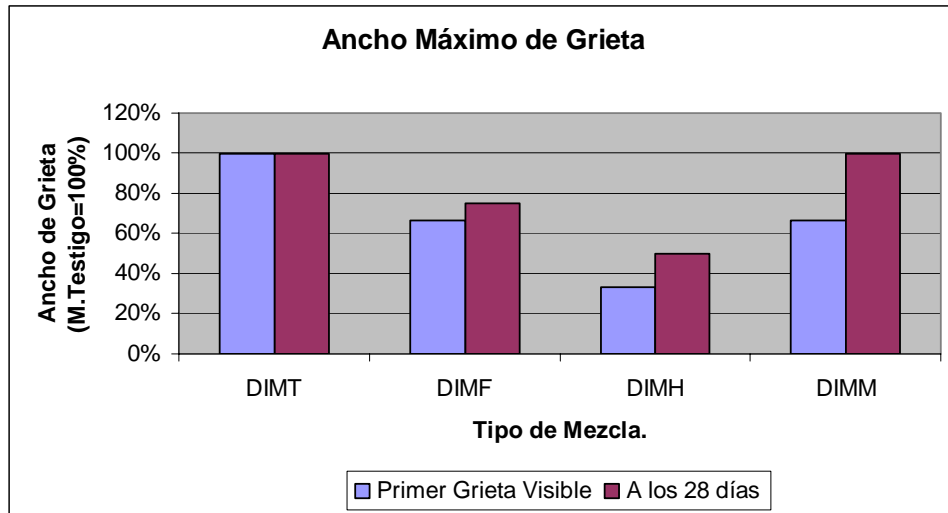


Gráfica 5.13 Edad de la Primer Grieta Visible.

Análisis de la Gráfica:

En esta gráfica tenemos los valores obtenidos para la prueba del anillo de contracción, tomando como punto de partida el día en que aparece la primer grieta visible en la mezcla testigo y que aparece en la gráfica como día cero, y contando a partir de este día el tiempo que tardaron las demás mezcla en agrietarse, así tenemos que la mezcla que tardó más tiempo en agrietarse fue la mezcla adicionada con hule de llanta, siete días después de que apareció la primer grieta visible en la mezcla testigo a los diez días.

## GRÁFICA DEL ANCHO MÁXIMO DE GRIETA.



**Gráfica 5.14** Ancho Máximo de Grieta.

Análisis de la Gráfica:

Como se puede observar en esta gráfica tenemos los valores que se obtuvieron al medir el ancho de grieta al aparecer la primera grieta visible y el ancho de grieta a los 28 días. Para la mezcla testigo el ancho máximo de grieta se toma como el 100% y de ahí se compara con las demás mezclas, siendo la mezcla de hule de llanta la que obtuvo el menor porcentaje.

### 5.3 TEMPERATURA AMBIENTE Y HUMEDAD RELATIVA.

La temperatura ambiente y la humedad relativa son factores que influyen directamente en el fenómeno de la contracción lineal, el efecto de la humedad relativa es determinante en la magnitud de la contracción, en tanto que el efecto de la temperatura se orienta a modificar la velocidad a la que ocurre la contracción. De este modo, las condiciones ambientales más desfavorables para la contracción son cuando se da una baja humedad relativa y una elevada temperatura, ya que el concreto se contrae más y con mayor rapidez.

A continuación se muestra una tabla con los valores más representativos que se registraron de temperatura y humedad relativa al realizar las pruebas de laboratorio.

	MÁXIMA	PROMEDIO	MÍNIMA
TEMPERATURA	28.5° C	17° C	4.5° C
HUMEDAD RELATIVA	65%	35%	12%

**Tabla 5.4** Datos de Temperatura y Humedad Relativa.