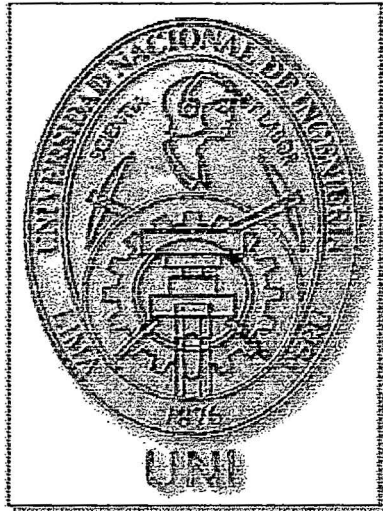


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO
FRESCO Y ENDURECIDO CON CEMENTO PÓRTLAND TIPO I Y
UTILIZANDO UN ADITIVO PLASTIFICANTE**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ALBERTO TESILLO AYALA

LIMA-PERU

2004

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

A mis queridos padres, por su
cariño comprensión y apoyo
continuo que me han brindado.

A mi asesor el Ing. Carlos Barzola
Gastelú por haberme brindado su
apoyo para la realización de la
presente tesis.

INDICE

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I CEMENTO PÓRTLAND

1.1	INTRODUCCION	5
1.2	DEFINICION	5
1.2.1	CLASIFICACION DE LOS CEMENTOS	6
1.2.1.1	CEMENTOS PÓRTLAND COMUNES	6
1.2.1.2	CEMENTOS PÓRTLAND ADICIONADOS	7
1.2.2	APLICACIONES DEL CEMENTO PÓRTLAND	8
1.2.3	PROPIEDADES DEL CEMENTO PÓRTLAND	9
1.2.4	COMPOSICION QUÍMICA	11

CAPITULO II AGREGADOS UTILIZADOS Y SUS PROPIEDADES

2.1	AGREGADO FINO	15
2.1.1	DEFINICION	15
2.2	AGREGADO GRUESO	15
2.2.1	DEFINICION	15
2.2.2	CARACTERISITICAS FÍSICAS	15
2.3	AGREGADO GLOBAL	20
2.3.1	GENERALIDADES	20
2.3.2	PESO UNITARIO COMPACTADO	22

CAPITULO III ADITIVO PARA EL CONCRETO

3.1	GENERALIDADES	25
3.2	DEFINICION	25
3.3	MOTIVOS DE EMPLEO DE UN ADITIVO	25
3.4	CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS	26
3.4.1	ADITIVOS PLASTIFICANTES	27
3.4.1.1	CLASIFICACION SEGÚN EL AGENTE QUÍMICO DEL ADITIVO	28
3.4.2	ADITIVO SUPERPLASTIFICANTES	29
3.5	MECANISMOS DE ACCION DE LOS ADITIVOS PLASTIFICANTES Y SUPERPLASTIFICANTES.	30

3.5.1	ADITIVOS PLASTIFICANTES	30
3.5.2	ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES	30
3.6	ADITIVO PLASTIMENT HE 98	31
3.6.1	ASPECTOS TÉCNICOS, ECONOMICOS EN EL USO Y ELECCION DE LOS ADITIVOS	31

CAPITULO IV DISEÑO DE MEZCLAS

4.0	GENERALIDADES	34
4.1	CONCRETO NORMAL	34
4.1.1	METODO DE DISEÑO	34
4.1.2	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	35
4.2	CONCRETO CON ADITIVO	47
4.2.1	METODO DE DISEÑO	47

CAPITULO V : ENSAYOS EN EL CONCRETO NORMAL Y CON ADITIVO EN ESTADO FRESCO.

5.0	GENERALIDADES	52
5.1	ENSAYOS REALIZADOS	52
5.1.1	CONSISTENCIA	52
5.1.2	FLUIDEZ	52
5.1.3	EXUDACIÓN	53
5.1.4	PESO UNITARIO	53
5.1.5	CONTENIDO DE AIRE	53
5.1.6	TIEMPO DE FRAGUADO	53

CAPITULO VI ENSAYOS EN EL CONCRETO NORMAL Y CON ADITIVO EN ESTADO ENDURECIDO.

6.1	ENSAYOS REALIZADOS	57
6.1.1	RESISTENCIA A LA COMPRESION	57
6.1.2	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESION DIAMETRAL	57
6.1.3	MODULO ELÁSTICO ESTATICO	58

CAPITULO VII : CUADRO DE RESULTADOS Y GRAFICOS

7.1	GENERALIDADES	60
7.2	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO	60
7.3	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO	60
7.4	CUADRO DE RESULTADOS	61
7.5	CUADROS Y GRAFICOS COMPARATIVOS DEL CONCRETO FRESCO	67
7.6	CUADROS Y GRAFICOS COMPARATIVOS DEL CONCRETO ENDURECIDO.	76

CAPITULO VIII ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS

8.1	GENERALIDADES	99
8.2	ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO	99
8.2.1	REDUCCION DE AGUA	99
8.2.2	FLUIDEZ	100
8.2.3	EXUDACION	101
8.2.4	PESO UNITARIO	101
8.2.5	CONTENIDO DE AIRE	102
8.2.6	TIEMPO DE FRAGUADO	103
8.3	ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO	105
8.3.1	ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	105
8.3.1.1	DISEÑO NORMAL	105
8.3.1.2	CONCRETO CON ADITIVO	105
8.3.2	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	107
8.3.3	MODULO ELÁSTICO ESTATICO	108
8.4.1	ANALISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS CON OTROS ADITIVOS PLASTIFICANTES INVESTIGADOS.	109
8.4.1.1	ADITIVOS PLASTIFICANTES UTILIZADOS PARA COMPARACIÓN DE RESULTADOS.	109
8.4.1.2	ANALISIS COMPARATIVO.	109
8.5	ANALISIS DE COSTOS.	112
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
	GENERALIDADES	117
	CONCLUSIONES	118

RECOMENDACIONES	120
ANEXO A CUADROS Y GRAFICOS DETALLADOS	
A-1 Cuadros detallados de ensayos de agregado fino	123
A-2 Cuadros detallados de ensayos de agregado grueso y global	130
A-3 Cuadros detallados de ensayos del concreto fresco	139
A-4 Cuadros detallados de ensayos del concreto endurecido	158
A-5 Cuadros detallados de costo del concreto por metro cúbico	209
A-6 Hoja Técnica Aditivo Plastiment HE 98	210
A-7 Procedimiento de ensayo en los agregados y el concreto.	215
Boletín técnico de las normas de los aditivos	242
ANEXO B FOTOGRAFIAS	248

SUMARIO

El objetivo de la presente tesis es investigar mediante ensayos en laboratorio los efectos en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como endurecido al preparar concreto con cemento Pórtland tipo I adicionando un aditivo plastificante y reductor de agua. Para tal fin prepararemos muestras de concreto con aditivo y sin aditivo, donde realizaremos las comparaciones respectivas, estas comparaciones nos dará a conocer en que medida el uso del aditivo plastificante influye en las propiedades del concreto.

Para la realización de dicho objetivo se diseñaran muestras de concreto con y sin aditivo de mediana a baja resistencia, esto en las relaciones agua/ cemento: 0.60; 0.65 y 0.70 . Donde los diseños de concreto sin aditivo son un concreto normal y en la preparación de concretos con aditivo se realizaran en tres dosificaciones(0.3%, 0.5% y 0.7% del peso del cemento), donde en total se realizaran 12 diseños de mezclas previamente antes de realizar los ensayos comparativos tanto en concreto fresco como endurecido.

El desarrollo de la presente tesis se ha dividido en ocho capítulos.

CAPITULO 1

En este capítulo trata sobre el estudio del componente activo del concreto: el cemento Pórtland.

CAPITULO 2

Estudio de las propiedades de los componentes inertes en el concreto: Los agregados.

CAPITULO 3

Se realiza el estudio del aditivo plastificante, que se adicionara al concreto.

CAPITULO 4

En este capítulo se realiza el diseño de mezclas para determinar la cantidad de agua óptima, utilizando el % óptimo de combinación de agregado fino y grueso.

CAPITULO 5

Se describe las propiedades del concreto al estado fresco.

CAPITULO 6

Se describe las propiedades del concreto al estado endurecido.

CAPITULO 7

Aquí mostramos los cuadros y gráficos de resultados y comparativos obtenidos tanto en ensayos en concreto con y sin aditivo.

CAPITULO 8

En este capitulo se muestra los análisis de resultados y de costos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones y recomendaciones a que se llegan después de concluido los diferentes ensayos a que fue sometido el concreto fresco y endurecido con y sin aditivo con el respectivo análisis de los mismos.

ANEXO A1

Se presenta los cuadros detallados obtenidos en los ensayos en el agregado fino.

ANEXO A2

Se presenta los cuadros detallados obtenidos en los ensayos en el agregado grueso.

ANEXO A3

Se muestra el procedimiento de los cuadros detallados de los resultados en el concreto fresco.

ANEXO A4

Se presentan los resultados detallados obtenidos en las propiedades del concreto endurecido.

ANEXO A5

Presentamos el procedimiento obtenido de los costos y beneficios del concreto.

ANEXO A6

Presentamos la hoja técnica proporcionada por el fabricante sobre el aditivo Plastiment HE 98.

ANEXO A-7

Presentamos el procedimiento para realizar los ensayos en los agregados y en el concreto. También presentamos el boletín técnico sobre las normas en los aditivos.

INTRODUCCIÓN

En nuestro medio, generalmente, no siempre se considera al aditivo como un componente del concreto, esto se debe principalmente al desconocimiento sobre las mejoras que podríamos obtener en las propiedades del concreto al adicionarle el aditivo, lo cual también lleva a pensar que el precio de este nuevo concreto se incrementa significativamente por la creencia generalizada de que su alto no justifica su utilización en el concreto de manera rutinaria, pero si consideramos varios puntos como el incremento en el costo del metro cúbico del concreto, en la economía de la mano de obra, las horas de operación, una mayor vida útil de las estructuras y las mejoras en las propiedades del concreto, etc., Se concluye en que el costo adicional es aparente en la mayoría de los casos, frente a la gran cantidad de beneficios que se obtienen.

En la actualidad existen distintas clases de aditivos que se ofrecen y aparecen en el mercado, ofreciendo sus atributos y mejoras en el concreto según el catalogo mostrado por el fabricante, donde encontramos estos productos comercialmente denominados como aditivos plastificantes, superplastificantes, fluidificantes, retardadores, etc. Donde estudios de investigación realizadas anteriormente en concretos con aditivos, se han visto que los resultados obtenidos no están de acuerdo con lo que ofrecen sus catálogos, por lo cual importante seria realizar estudios de investigación en concretos con aditivo, mas aun realizarlos en nuestro medio y con nuestros materiales.

La empresa SIKA PERU S.A. ofrece al mercado varios productos de aditivos, donde presentamos al aditivo plastificante denominado PLASTIMENT HE 98, donde la cataloga de uso general, expresando que es un buen reductor de agua y ofrece un buen incremento en la resistencia del concreto, mejorando la trabajabilidad de la mezcla. Así con el fin de llegar a esa inmensa masa constructora que realiza obras en nuestra costa utilizando concretos con resistencias medianas alrededor de los 300 Kg/Cm², también mejorar los procesos constructivos y las características en las propiedades del concreto, por lo cual se presenta la tesis titulada " Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento Pórtland tipo I y utilizando un aditivo plastificante ".

CAPITULO I

CEMENTO PORTLAND

CEMENTO PORTLAND

1.1 INTRODUCCION

Es un aglomerante resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia del agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

En 1845 se desarrolla el procedimiento industrial del Cemento moderno, que con algunas variantes persiste hasta nuestros días y que consiste en moler rocas calcáreas con rocas arcillosas en cierta composición y someter este polvo a temperaturas sobre los 1300 °C produciéndose lo que se llama el Clinker.

El Cemento Pórtland se encuentra sujeto a las normas técnicas Peruanas NTP que guardan armonía con las establecidas con la Asociación Americana de Ensayo de Materiales ASTM.

1.2 DEFINICIÓN

El Cemento Portland se define en la Norma Técnica Peruana NTP como el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual de sulfato de Calcio. Admitiéndose la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker.

Se denomina "Clinker Pórtland" al producto constituido en su mayor parte por silicatos de calcio, obtenido por la cocción hasta la fusión parcial (Clinkerización) de una mezcla convenientemente proporcionada y homogeneizada de materiales debidamente seleccionados.

A diferencia de otros aglomerantes usados en la construcción, como la cal, arena y el yeso (no hidráulicos), el cemento endurece rápidamente y alcanza resistencias altas, estos por las reacciones de la combinación cal-sílice.

1.2.1 CLASIFICACION DE LOS CEMENTOS

De acuerdo a las normas ASTM, los cementos están clasificados en dos grupos:

- 1.- Cementos Pórtland Comunes
- 2.- Cementos Pórtland Adicionados

Además existen otros tipos, pero no se usan comúnmente, estos son los siguientes:

- Los cementos blancos tipo I
- Los cementos de albañilería
- Los cementos aluminosos
- Los cementos expansivos
- y otros

1.2.1.1 CEMENTOS PORTLAND COMUNES

Son aquellos cementos hidráulicos, producidos por la pulverización del Clinker, que consiste esencialmente por silicatos de calcio (alrededor del 75%) y usualmente contienen una o más formas de sulfatos de calcio, yeso, como una adición en la molienda.

Dentro de ellas tenemos 5 tipos dependiendo cada uno de su uso específico y que se diferencian de las exigencias de ciertos requerimientos máximos y mínimos, tanto físicos como químicos, ellos son:

- | | |
|------------|--|
| TIPO I : | Para ser usado cuando no se requiera ninguna propiedad especial. |
| TIPO II : | Para uso general, especialmente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos y cuando se requiera un moderado calor de hidratación. |
| TIPO III : | Para ser usado cuando se desea una alta resistencia inicial. |
| TIPO IV : | Para ser usado cuando se desea un bajo calor de hidratación. |
| TIPO V : | Para ser usado cuando se desea una alta resistencia a los sulfatos. |

1.2.1.2 CEMENTOS PORTLAND ADICIONADOS

Son cementos hidráulicos, que consisten de una mezcla íntima y uniforme producida por molienda conjunta del Clinker con materiales de adición y yeso, o por la mezcla separada del cemento Pórtland con dichas adiciones dentro de los límites especificados por las normas.

Estos cementos adicionados, sus cualidades y nomenclaturas se especifican de acuerdo a las normas ASTM y NTP, una normalización del cemento le da denominación y un símbolo para identificarlo de la siguiente manera:

Cuadro 1.1: Tipos de Cementos Pórtland Adicionados

DENOMINACIÓN	SIMBOLO
Pórtland Puzolánico Tipo IP y IPM	IP , IPM
Portland de Escoria Tipo IS y ISM	IS , ISM
Portland Blanco Tipo I	B
Portland Compuesto Tipo I	Co
Cemento de Albañilería	A

La denominación dada para los cementos adicionados, tiene como referencia la composición ya que en ella se refleja el porcentaje de los componentes añadidos siendo estos: ver cuadro 1.2.

Cuadro 1.2: Composición de los Cementos Adicionados

COMPONENTES (%)				
SÍMBOLO	CLINKER	ESCORIA	PUZOLANA	OTROS
IP	85 – 55	-	15 – 45	-
IPM	> 85	-	< 15	-
IS	75 – 35	25 - 65	-	-
ISM	> 75	< 25	-	-
B	100	-	-	-
Co	> 70			< 30
A				

1.2.2 APLICACIONES DEL CEMENTO PÓRTLAND

La utilización de los diversos cementos usados como ligantes hidráulicos en mezclas de morteros y concretos para diversas obras, puede resumirse en los siguientes:

- TIPO I: Para ser utilizado en obras donde no se requiera que el cemento tenga propiedades especiales.
- TIPO II: Para uso general y donde se requiera moderada resistencia a la acción de los sulfatos y donde se necesita un moderado calor de hidratación, como en las construcciones de pistas, cerca al mar y en muelles marítimos o en la construcción de presas donde hay vaciados masivos de concretos.
- TIPO III: Para uso en lugares donde se requiere una alta resistencia inicial, como cuando se necesita que la estructura de concreto reciba carga lo antes posible o cuando es necesario desencofrar a los pocos días de vaciado.
- TIPO IV: Para uso en lugares donde se requiere bajo calor de hidratación, por ejemplo vaciados de grandes cantidades de cemento y que no deben producirse dilataciones durante el fraguado que más tarde pueden sufrir contracciones con la aparición de fisuras.
- TIPO V: Para uso en lugares donde se requiera altas resistencias a los sulfatos, como el revestimiento de canales, hidroeléctricas o túneles.

En la actualidad se fabrican en nuestro país los siguientes tipos de cementos:

Tipo I, Tipo II, Tipo V, Tipo IP y Tipo IPM.

1.2.3 PROPIEDADES DEL CEMENTO PÓRTLAND

a) Finura

La finura del cemento afecta la rapidez de la hidratación. Al aumentar la finura del cemento, aumenta la rapidez a la que se hidrata el cemento, acelerando la adquisición de resistencia.

Los efectos del aumento de finura en la resistencia se manifiestan principalmente durante los primeros 7 días. Al aumentar la finura, el agua necesaria para obtener un mortero con cierto revenimiento disminuye hasta alcanzar los elevados grados de finura.

b) Firmeza

Es la cualidad que una pasta de cemento endurecida tiene al conservar su volumen después de haber fraguado. La falta de firmeza o dilatación destructiva diferida la producen las cantidades excesivas de magnesia o cal libre muy quemada.

La mayor parte de las especificaciones para el cemento limitan la proporción de magnesia y la dilatación en el autoclave.

c) Tiempo de Fraguado

Es el periodo en el cual la mezcla permanece en estado plástico, el tiempo suficiente como para permitir un colado sin difíciles operaciones de terminado. Generalmente depende mas de la temperatura y del contenido de agua en la pasta.

d) Falso Fraguado

Se pone en evidencia por una gran perdida de plasticidad, sin generar mucho calor después de haber hecho la mezcla. Si se mezcla mas sin añadir agua, la plasticidad se puede recuperar. El uso de aditivos químicos puede retrasar la ocurrencia del falso fraguado hasta después de la mezcla.

e) Calor de Hidratación

Es el generado cuando reaccionan el cemento y el agua. La cantidad de calor generado depende generalmente de la composición química del cemento. A la tasa de generación de calor la afecta la finura y la temperatura de curado, así como la composición química.

f) Peso Especifico

Es definido como la relación de la masa de un volumen unitario de un material a una determinada temperatura, a la masa del mismo volumen destilada libre de aire. El peso especifico de un cemento no indica la calidad del mismo, su uso principal es para el diseño de mezclas.

$$Pe = 3.11 \text{ gr/cm}^3$$

g) Superficie especifica

Es un valor que define el área en metros cuadrados de la superficie de todas las partículas supuestamente esféricas de un kilogramo de cemento. Cada tipo de molienda da una composición granulométrica diferente, de allí que la finura es función directa del grado de molienda de los cementos.

$$Se = 3477 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

h) Consistencia Normal

Es la cantidad de agua necesaria para obtener una pasta de cemento con características determinadas.

$$\text{Consistencia Normal} = 24.5 \%$$

i) Expansión Autoclave

La expansión en el autoclave es la variación volumétrica obtenida de una pasta de cemento a vapor saturado y a una presión determinada.

$$\text{Expansión} = 0.18 \%$$

j) Resistencia a la compresión

Es la capacidad del cemento para soportar esfuerzos sin fallar. Se determina mediante el ensayo de compresión de un cubo de 2" de arista, preparado con una mezcla definida.

Edad	resistencia
3 días	254 kg/cm ²
7 días	301 kg/cm ²
28 días	357 kg/cm ²

CARACTERISITICAS FÍSICAS



Peso Especifico	3.11 gr/cm ³
Superficie Especifica Blaine	3477 cm ² /gr
Contenido de aire	9.99%
Consistencia Normal	24.50%
Exp. Autoclave	0.18%
Fraguado Inicial Vicat	1:49 hr
Fraguado Final Vicat	3:29 hr
f'c a los 3 días	254 kg/cm ²
f'c a los 7 días	301 kg/cm ²
f'c a los 28 días	357 kg/cm ²
Calor de hidratación a los 7 días	70.60 cal/gr
Calor de hidratación a los 28 días	84.30 cal/gr

Cuadro 1.3

Fuente: TESIS: "Estudio de las características del concreto utilizando aditivo reductor de agua y retardador de fraguado"

1.2.4 COMPOSICION QUÍMICA

Los componentes principales de las materias primas para la fabricación del cemento son:

95%<		<p>Componente</p> <p>Oxido de Calcio (CaO)</p> <p>Oxido de Sílice (SiO₂)</p> <p>Oxido de Aluminio (Al₂O₃)</p> <p>Oxido de Hierro (Fe₂O₃)</p>	<p>Procedencia</p> <p>Rocas Calizas</p> <p>Areniscas</p> <p>Arcillas</p> <p>Arcillas, Mineral de Hierro, pirita</p>
5%<		<p>Componentes</p> <p>Oxido de Magnesio, sodio</p> <p>Potasio, Titanio, Azufre,</p> <p>Fósforo Manganeseo.</p> <p>Minerales varios.</p>	

Luego del proceso de formación del Clinker y molienda final, se obtiene los siguientes compuestos cuyas proporciones definirán el comportamiento del tipo de cemento.

a.- **Silicato Tricálcico** (3CaO.SiO₂→ C₃S→ Alita)

Se le conoce por la abreviatura C3S y define la resistencia inicial (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.

b.- **Silicato Dicálcico** (2CaO.SiO₂→ C₂S→ Belita)

Define la resistencia a largo plazo y tiene menor incidencia en el calor de hidratación.

c.- **Aluminato Tricálcico** (3CaO.Al₂O₃→ C₃A)

Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3% - 6%) para controlarlo. Es responsable

de la resistencia del cemento a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce Sulfoaluminatos con propiedades expansivas.

d.- Aluminato - Ferrito – Tetracálcico ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{AF} \rightarrow$
Celita)

Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundaria en el calor de hidratación.

e.- Oxido de Magnesio (MgO)

Pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores del 5% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida.

f.- Óxidos de Potasio y Sodio ($\text{K}_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O} \rightarrow$ Alcalis)

Tiene importancia para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados, y los solubles en el agua contribuyen a producir eflorescencias con agregados calcáreos.

g.- Óxidos de Manganeso y Titanio ($\text{Mn}_2\text{O}_3, \text{TiO}_2$)

El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su coloración, que tiende a ser marrón si se tiene contenidos mayores del 3%. Se ha observado que en casos donde los contenidos superan el 5% se obtienen disminución de resistencia a largo plazo.

El segundo influye en la resistencia, reduciéndole para contenidos superiores a 5%. Para contenidos menores, no tiene mayor trascendencia.

CAPITULO II

AGREGADOS UTILIZADOS Y SUS PROPIEDADES

AGREGADOS UTILIZADOS Y SUS PROPIEDADES

2.1 AGREGADO FINO

2.1.1 DEFINICION

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural y/o artificial de las rocas, que pasa por el tamiz 9.51 mm (malla 3/8") y queda retenido en el tamiz 74 um (malla # 200) según la norma técnica peruana NTP 400.011.

El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

2.2 AGREGADO GRUESO

2.2.1 DEFINICION

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz ITINTEC 4.76 mm (malla # 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037 .

Para el establecimiento de los requisitos mínimos de calidad en el agregado grueso, así como para la determinación de ciertas características necesarias para los diseños de mezclas, se efectuaron los siguientes ensayos en el laboratorio:

2.2.2 CARACTERISTICAS FISICAS

Para el establecimiento de los requisitos mínimos de calidad en los agregados fino y grueso, así como para la determinación de ciertas características necesarias para los diseños de mezclas, se efectuaron los siguientes ensayos de laboratorio:

ENSAYOS EFECTUADOS

Granulometría

Peso Unitario Suelto y compactado

Peso Específico

NORMA

NTP 400.012

NTP 400.017

NTP 400.022

Porcentaje de Absorción

NTP 400.022

Contenido de Humedad

ASTM C-566

Los agregados fino y grueso fueron obtenidos de la cantera "La Gloria".

a.- GRANULOMETRIA

NTP 400.012

Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños. Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados finos se designa por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas. La distribución de los tamaños de las partículas tiene efecto importante en el consumo de agua del concreto fabricado con un agregado dado. Por consiguiente tiene importancia en la trabajabilidad y características de acabado del concreto fresco.

b.- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

NTP 400.017

El peso unitario o peso aparente, es la relación de su peso por unidad de volumen. Este peso se incrementa con el grado de compactación y con el contenido de humedad, además esta en función con el tamaño, forma y granulometría del agregado. Se determinarán dos tipos de Pesos Unitarios:

- PESO UNITARIO SUELTO (PUS)

Es cuando el proceso de llenado del recipiente (de volumen estandarizado) es en una sola capa, continuo y sin ninguna presión (varillado).

$$\text{Peso Unitario Suelto(Kg/m}^3\text{)} = \frac{W}{V}$$

donde:

W : Peso neto del agregado.

V : Volumen del recipiente.

- PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) :

Es cuando el proceso de llenado del recipiente es por tres capas y se ejerce presión(varillado).

$$\text{Peso Unitario Compactado(Kg/m}^3\text{)} = \frac{W^\circ}{V^\circ}$$

donde:

W° : Peso neto del agregado.

V° : Volumen del recipiente.

c.- PESO ESPECIFICO**NTP 400.022**

El peso específico es un indicador de la calidad en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

Se define como el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas.

El peso específico es necesario para la dosificación de la mezcla y para el cálculo de volúmenes absolutos del material.

$$\text{Peso Especifico de masa (gr/cm}^3\text{)} = \frac{A}{(V - W)}$$

- donde:
- A: Es el peso del material secado al horno.
 - V: En el agregado fino, es el volumen total en el frasco: agua+muestra SSS.
 - V: En el agregado grueso, es el peso del material SSS.
 - W: En el agregado fino, es el peso en gramos o volumen en cm³ del agua añadido al estado fresco.
 - W: En el agregado grueso, es el peso del material SSS en el agua.

d.- PORCENTAJE DE ABSORCION**NTP 400.022**

Se define como la diferencia en peso del material saturado superficialmente seco y el peso del material secado al horno (24 hr) todo dividido entre el peso seco y multiplicado por 100.

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{(500 - W_o) \times 100}{W_o}$$

donde:

W_o : Peso del material secado al horno(grs).

e.- CONTENIDO DE HUMEDAD**ASTM C - 566**

Es la cantidad de agua que contiene el agregado en estado natural. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua en el concreto varia.

$$\text{Contenido de Humedad(\%)} = \frac{(W_n - W_s) \times 100}{W_s}$$

Donde:

W_n: Peso natural del agregadoW_s: Peso del agregado secado al horno.**f. TAMAÑO o DIAMETRO MAXIMO**

Existen varias definiciones respecto al tamaño máximo.

- Tamaño Máximo es el menor tamiz por donde pasa todo el agregado tamizado.
- Tamaño Máximo Nominal es la malla que pasa del 95 – 100 % o en el que se produce el primer retenido.
- Tamaño Máximo es el diámetro del tamiz inmediato superior al que retiene el 15 % o más en forma acumulado del material.

Trabajaremos con esta última. Para que sean aptos deben caer en uno de los huso. Si no hay restricción existen varias alternativas para un agregado.

g. SUPERFICIE ESPECIFICA

Se define como la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado grueso por unidad de peso o al volumen absoluto.

Para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidos en el otro es igual al promedio de las aberturas

h. MODULO DE FINURA

Es un índice aproximado del tamaño medio de las partículas de los agregados, siendo proporcional con el grosor del agregado. Se usa para controlar la uniformidad de los agregados. Cuando mayor es el modulo de finura, menor será la demanda de agua por área superficial.

CUADRO N° 2.1

**CUADRO DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN LOS AGREGADOS
UTILIZADOS**

ENSAYOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Peso unitario Suelto (Kg/m ³)	1699.6	1396.3
Peso unitario Compactado (Kg/m ³)	1932.9	1529.8
Peso Específico de masa (kg/m ³)	2560	2780
Peso Específico de masa S.S.S (kg/m ³)	2590	2790
Peso Específico Aparente (kg/m ³)	2640	2810
Absorción (%)	1.28	0.47
Contenido de Humedad (%)	1.18	0.28
Módulo de finura	3.07	7.2
tamaño Máximo	---	1"
tamaño Máximo Nominal	---	1"

2.3 AGREGADO GLOBAL

2.3.1 GENERALIDADES

El agregado global (total piedra y arena en la mezcla) ocupa un volumen porcentual entre 70 % - 75 % de la masa del concreto, por lo tanto es fundamental que cumplan con determinadas características para su uso en concreto.

La selección de las proporciones de los agregados fino y grueso en la unidad cúbica del concreto tiene por finalidad obtener una mezcla en la que, con un mínimo contenido de pasta, se puedan obtener las propiedades deseadas en el concreto.

Como la experiencia ha demostrado que la granulometría ideal no existe, en la práctica uno de los problemas fundamentales del diseño de mezclas es determinar aquella combinación de agregado fino y grueso que requiere el mínimo de pasta al mismo tiempo que permite obtener las propiedades deseadas en la obra. No existe una granulometría total que sea la más adecuada para todas las condiciones de obra, dado que la tendencia del concreto a segregar varía con las características de la mezcla. Por ello, la elección de las proporciones relativas de agregado fino y grueso que intervienen en la unidad cúbica de concreto, es fundamentalmente la elección de una proporción adecuada de agregado fino que garantice a la mezcla una cohesividad adecuada y una compactación total en los encofrados.

La función del agregado global es de controlar las deformaciones del concreto en su estado fresco y endurecido. El agregado grueso contribuye a ocupar el volumen (ayuda a la economía).

Huso DIN 1045 (ver cuadro N° 2.2) para concreto más trabajable:

- Concreto de mejor trabajabilidad de la línea media a la línea gruesa.
- Concreto de trabajabilidad aceptable, de la línea media a la línea fina.

A mayor calidad de agregados (dureza, resistencia al desgaste), proporciona un concreto más denso de mayor calidad.

Un concreto de cascote de ladrillo (como agregado) no proporcionaría un concreto mas allá de 140 Kg/cm² (resistencia del ladrillo esta alrededor de 100 Kg/cm²).

De preferencia debe usarse agregados de origen ígneo y/o sedimentario para alta resistencia en compresión. Otras propiedades que influyen en la resistencia intrínseca son su granulometría y contaminación.

CUADRO 2.2 GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL

HUSOS

AGREGADO GLOBAL HUSOS DIN 1045 % QUE PASA ACUMULADO					AGREGADO GLOBAL CONCRETO BOMBEABLE % QUE PASA ACUMULADO	
TAMIZ	Abertura(mm)	A	B	C	Dmax = 1"	Dmax = 3/4"
2 1/2"	63.50					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					
	32.00	100	100	100		
1"	25.40				100	
3/4"	19.10				80 - 88	100
	16.00	62	80	89		
1/2"	12.70				63 - 75	
3/8"	9.52				55 - 71	61 - 72
	8.00	38	62	77		
1/4"	6.35					
N° 4	4.76				40 - 59	40 - 59
	4.00	23	47	65		
N° 8	2.38				28 - 46	28 - 46
	2.00	14	37	53		
N° 16	1.19				18 - 35	18 - 35
	1.00	8	28	42		
N° 30	0.595				12 - 25	12 - 25
	0.297				7 - 15	7 - 15
N° 50	0.25	2	8	15		
N° 100	0.149				3 - 8	3 - 8
FONDO	0.074				0	0
M.F		6.14	4.88	4.00		

2.3.2 PESO UNITARIO COMPACTADO

La selección de las proporciones de los agregados fino y grueso en la unidad cúbica del concreto tiene por finalidad que el volumen de vacíos o espacios entre partículas, sea mínimo.

Por lo cual para determinar la máxima compactación o el mejor acomodo de los agregados en el concreto y obtener un mínimo de vacíos, se determinó el Peso Unitario Compactado del agregado global. Para esto se hizo la mezcla en seco de los pesos del agregado fino y agregado grueso en los siguientes porcentajes:

CUADRO 2.3

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GLOBAL

RELACION ARENA PIEDRA		PESO UNITARIO COMPACTADO			
ARENA (%)	PIEDRA (%)	1er ensayo	2do ensayo	3er ensayo	promedio
54	46	1927	1926.1	1927.3	1926.80
52	48	2015.8	2016.2	2015.5	2015.83
50	50	2039.12	2038.5	2040.51	2039.38
48	52	2021.5	2022.5	2021.1	2021.70
46	54	2009.5	2008.9	2008.6	2009.00
44	56	1996.2	1995.8	1996.5	1996.17

Determinado el peso unitario compactado del agregado global para los porcentajes mencionados, se procedió a graficar los puntos obtenidos para observar la tendencia al máximo peso unitario compactado.

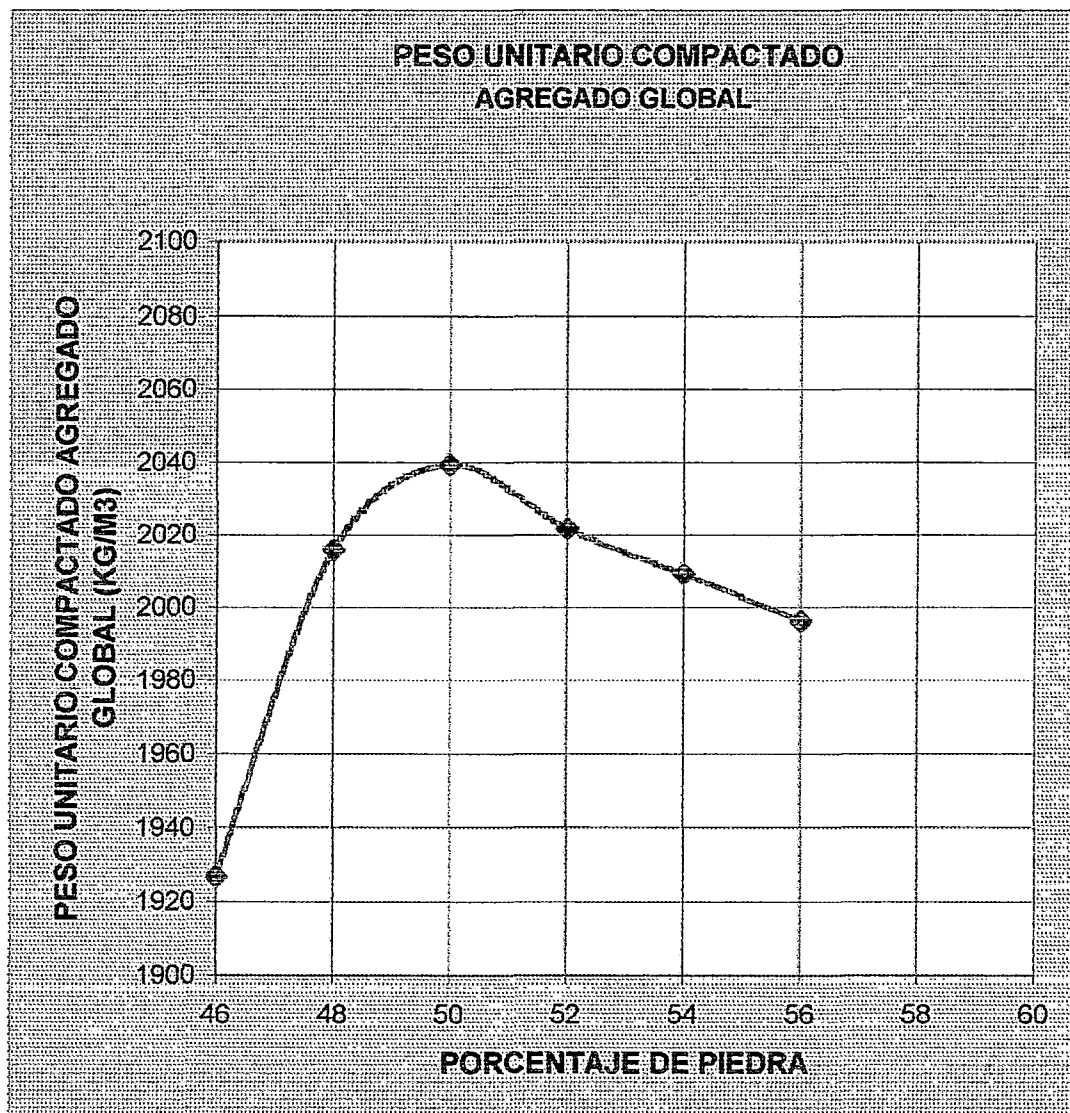


GRAFICO N° 2.1 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GLOBAL

Del gráfico se observa que la tendencia esta próximo a la combinación de 50% de agregado fino y 50% de agregado grueso para el diseño de mezclas.

CAPITULO III

ADITIVO PARA EL CONCRETO

ADITIVO PARA EL CONCRETO

3.1 GENERALIDADES

El comportamiento de los diversos tipos de cemento esta definido dentro de un esquema relativamente rígido, ya que pese a sus diferentes propiedades, no pueden satisfacer todos los requerimientos de los procesos constructivos. Existen consecuentemente varios casos, en que la única alternativa de solución técnica y eficiente es el uso de aditivos.

Al margen de esto, cada vez se va consolidando a nivel internacional el criterio de considerar a los aditivos como un componente normal dentro de la Tecnología del Concreto moderno, ya que contribuyen a minimizar los riesgos que ocasiona el no poder controlar ciertas características inherentes a la mezcla de concreto original, como son los tiempos de fraguado, la estructura de vacíos, el calor de hidratación, etc.

3.2 DEFINICION

Se entiende por aditivo todo aquel producto que adicionado al cemento, mortero o concreto en su estado fresco o endurecido varia una o más propiedades. Puede ser comercializada en forma liquida, polvo o pasta.

Según la Norma C125-ASTM un aditivo es un material distinto del agua, agregados y cementos hidráulicos que se usa como ingrediente en concretos o morteros y se añade a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado.

3.3 MOTIVOS DE EMPLEO DE UN ADITIVO

Algunas de las razones para el empleo de aditivos son:

- a) En el concreto fresco:
 - Incrementar la trabajabilidad sin aumentar el contenido de agua.
 - Disminuir el contenido de agua sin modificar su trabajabilidad.
 - Reducir o prevenir asentamientos de la mezcla o para originar una ligera expansión, usados para rellenar los vacíos y otras aberturas en estructuras de concreto.
 - Facilitar el bombeo del concreto.
 - Retardar o acelerar el tiempo de fraguado.

- Reducir la velocidad de pérdida de asentamiento.
- b) En el concreto endurecido:
 - Retardar o reducir el desarrollo del calor de hidratación durante el endurecimiento temprano.
 - Desarrollo inicial de resistencia.
 - Incrementar las resistencias mecánicas del concreto (compresión, tensión, flexión).
 - Incrementar la durabilidad del concreto a condiciones severas de exposición.
 - Disminuir el flujo capilar del agua.
 - Disminuir la permeabilidad de los líquidos.
 - Mejorar la adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo.
 - Mejorar la resistencia al impacto y abrasión.
 - Incrementar la adherencia entre el concreto viejo y nuevo.
 - Para obtener concretos o morteros con propiedades fungicidas, germicidas e insecticidas.
 - Reducir el costo unitario del concreto.

3.4 CLASIFICACION DE LOS ADITIVOS

Los aditivos que actúan sobre los componentes del concreto en el proceso de hidratación se clasifican como aditivos químicos. Los aditivos no reactivos, compuestos por partículas muy finas como los coloides, se tipifican como aditivos físicos.

La clasificación según las especificaciones de aditivos químicos para concreto según ASTM C 494 es:

Tipo A Reductor de agua.

Tipo B Retardante.

Tipo C Acelerante.

Tipo D Reductor de agua – retardante.

Tipo E Reductor de agua – acelerante.

Tipo F Súper Reductor de agua.

Tipo G Súper Reductor de agua – retardante.

Existen otros tipos de clasificaciones, que van de acuerdo a los tipos de materiales constituyentes o a los efectos característicos en su uso, como la clasificación hecha por el Comité 212 del ACI.

- 1.- Aditivos acelerantes.
- 2.- Aditivos reductores de agua, que controlan el fraguado.
- 3.- Aditivos para inyecciones.
- 4.- Aditivos incorporadores de aire.
- 5.- Aditivos extractores de aire.
- 6.- Aditivos formadores de gas.
- 7.- Aditivos productores de expansión o expansivos.
- 8.- Aditivos minerales finamente molidos.
- 9.- Aditivos impermeables y reductores de permeabilidad.
- 10.- Aditivos pegantes.
- 11.- Aditivos químicos para reducir la expansión debida a la reacción entre los agregados y los álcalis del cemento.
- 12.- Aditivos inhibidores de corrosión.
- 13.- Aditivos funguicidas, germicidas e insecticidas.
- 14.- Aditivos floculantes.
- 15.- Aditivos colorantes.

Una clasificación de aditivos en función de sus efectos no es fácil debido al hecho de que corrientemente un sólo aditivo modifica varias características del concreto y debido también a que los diferentes productos que hay en el mercado no cumplen todos las mismas especificaciones.

3.4.1 ADITIVOS PLASTIFICANTES:

Son compuestos orgánicos e inorgánicos que aumentan la trabajabilidad y permiten una reducción del contenido de agua de 5-15% en la mezcla de concreto, a tal grado que resulta un concreto fluido (asentamiento de 19 a 20 cm). A estos aditivos reductores de agua, se le conoce también como aditivos Dispersantes porque dispersa las partículas de cemento reduciendo la cantidad de agua, el objetivo es romper la floculación del cemento.

Dentro de los aditivos plastificantes (reductores de agua), la norma ASTM 494-82 la clasifica a los aditivos de la siguiente manera:

- Reductores de agua: tipo A.
- Reductores de agua y retardante de fraguado: tipo D
- Reductores de agua y aceleradores de fraguado: tipo E.

3.4.1.1 CLASIFICACION SEGÚN EL AGENTE QUÍMICO DEL ADITIVO:

Según el agente químico los aditivos plastificantes se clasifica en:

Clase A: Policondensados de melamina.- Estos productos fueron desarrollados por su aplicación en diversas industrias y posteriores en su aplicación en concretos.

Clase B: Policondensados de naftaleno sulfonado.- Son producidas a partir del naftaleno por sulfonación con trióxidos de azufre y fue una de las primeras materias primas indicadas como agente reductor de agua.

Clase C: Lignosulfatos modificados.- Son producidos a partir de la "Lignina", la cual forma parte de la composición de las maderas, durante el proceso de fabricación de la pulpa de papel. Además los lignosulfonatos que son usados en aditivos son predominantemente cálcicos o sólidos con un contenido de azúcar entre 1 y 30%.

Todos estos tipos de aditivos tienen ventajas como:

- Facilidades en los procesos constructivos, pues la mayor trabajabilidad de las mezclas permite menor dificultad en colocarlas y compactarlas, con ahorro de tiempo y mano de obra.
- Trabajo con asentamientos mayores sin modificar la relación Agua/Cemento.
- Mejora significativa de la impermeabilidad.
- Ahorro de cemento debido a la reducción de agua, lo cual se incrementa la resistencia del concreto.
- Posibilidad de bombear mezclas a mayores distancias sin problemas de atoros, ya que actúan como lubricantes, reduciendo la segregación.

3.4.2 ADITIVOS SÚPER PLASTIFICANTES

Son reductores de agua-plastificantes especiales en que el efecto aniónico se ha multiplicado notablemente.

Estos son los tipos más recientes y efectivos de aditivos reductores de agua llamados por la ASTM como:

- Reductores de agua de alto rango llamados tipo F.
- Aditivo retardador de fraguado y reductor de agua de alto alcance clasificado como tipo G.

Los niveles de las dosis son por lo general más altos que con los plastificantes, por lo cual los efectos laterales indeseables se reducen considerablemente. Aumentan la plasticidad del concreto convencional con slump del 2"-3", al añadirle este puede producir asentamientos del orden de 6"-8" sin alterar la relación agua/cemento. El efecto es temporal, durante un mínimo de 30 a 45 min. dependiendo del producto en particular y la dosificación. La dosificación usual es del 0.2% al 2% del peso del cemento

Las mezclas en las que se desee emplear súper plastificantes deben tener un contenido de finos ligeramente superior al convencional ya que de otra manera se puede producir segregación si se exagera el vibrado.

Si se desea emplear al máximo sus características de reductores de agua, permiten descensos hasta del 20% a 30% de agua de mezcla trabajando con slump del orden de 2" a 3", lo que ha permitido el desarrollo de concretos de muy alta resistencia(750 kg/cm²) con relaciones a/c tan bajas como 0.25 a 0.30, obviamente bajo optimizaciones de la calidad de los agregados y del cemento.

Su empleo sólo como plastificantes permite suministrar características autonivelantes a concretos convencionales lo que los hace ideales para vaciados con mucha congestión de armadura donde el vibrado es limitado.

Resulta importante señalar que los súper plastificantes al contrario de los plastificantes, no cambian excesivamente la tensión superficial del agua: en consecuencia, pueden ser usados en niveles elevados de dosificación sin incorporar aire, lo que sería perjudicial.

Como complemento, debemos mencionar que son auxiliares muy buenos para las inyecciones o rellenos (grouting), por su efecto plastificante.

3.5 MECANISMOS DE ACCION DE LOS ADITIVOS PLASTIFICANTES Y SUPERPLASTIFICANTES.

3.5.1 ADITIVOS PLASTIFICANTES

A estos aditivos plastificantes y reductores de agua, se le conoce también como aditivos Dispersantes porque dispersa las partículas de cemento reduciendo la cantidad de agua, el objetivo es romper la floculación del cemento.

El Plastiment HE cumple la norma ASTM C-494 tipo A (reductor de agua), tiene como componente principal a una solución de Lignosulfatos modificados. Este agente trabaja en base al llamado efecto de superficie, en que crean una interfase entre el cemento y el agua en la pasta, alterando las fuerzas físico-químicas de esta interfase. El aditivo es absorbido por las partículas de cemento, dándoles una carga negativa que conduce a la repulsión entre las partículas y da como resultado la estabilización de su dispersión; también se repelen las burbujas de aire, que no pueden adherirse a las partículas de cemento. Además, la carga negativa provoca el desarrollo de vainas de moléculas de agua orientadas alrededor de cada partícula, que separan las partículas. En consecuencia existe una movilidad mayor de las partículas, y el agua, libre de la influencia restringida del sistema de condensación, se presta para lubricar la mezcla y aumentar la viabilidad, con lo que se mejora el proceso de hidratación.

La capacidad de dispersión de los aditivos plastificantes, da como resultado un área mayor de superficie del cemento expuesto a la hidratación y, por lo mismo, hay un aumento en la resistencia en edades tempranas. La resistencia de largo plazo puede mejorarse también porque hay una mayor distribución uniforme del cemento disperso a través del concreto. En términos generales, estos aditivos son efectivos con todo tipo de cemento, aunque su influencia en la resistencia es mayor es mayor con cementos que tienen bajo aluminato tricalcico o bajo contenido de álcali.

3.5.2 ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES

Los súperplastificantes son parte de los aditivos conocidos como "Surfactantes". Estos componentes químicos consisten esencialmente en largas cadenas de moléculas orgánicas. Son productos del máximo avance en la química de los aditivos, con base en polímeros, constituidos por Policarboxilatos Modificados, que produce una acción estérica de los polímeros . En los

componentes químicos uno de sus extremos es "Hidrofílico" (atraen las moléculas de agua) y el otro "Hidrofóbico" (repelen las moléculas de agua).

Lo primero que realiza es reaccionar sobre el aluminato tricálcico, retrasando la reacción, produciéndose un efecto de superficie, reduciendo fuerzas de atracción entre partículas. Estos aditivos producen efecto de doble acción dispersante, por los polímeros químicamente diseñados que confieren revolucionarias posibilidades en el control del efecto dispersante, además estos polímeros de forma tridimensional causan la separación de los granos de cemento (reacción estérica).

Cuando el Surfactante con una cadena hidrofílica es adicionado al sistema agua / cemento, la cadena polar es absorbida a la superficie de las partículas de cemento.

Este fenómeno reduce la tensión superficial del agua y convierte la partícula de cemento en hidrofílica. Como resultado las capas de moléculas bipolares de agua rodean las partículas de cemento previniendo su floculación, logrando un sistema adecuadamente disperso.

Se tiene que cuando una cantidad reducida de agua es adicionada al cemento, sin la presencia de un surfactante, no se puede obtener un sistema adecuadamente disperso, primero porque el agua posee alta tensión superficial (estructura molecular con lasos de hidrogeno) y segundo las partículas de cemento tienden a unirse formando coágulos (atracción generado por las cargas positivas y negativas presentes en las esquinas de las partículas de cemento y otros materiales finamente molidos.

3.6 ADITIVO PLASTIMENT HE-98

3.6.1 ASPECTOS TÉCNICOS Y ECONOMICOS EN EL USO Y ELECCIÓN DE LOS ADITIVOS

El concreto, el fierro de refuerzo y los encofrados son los componentes más utilizados en las construcciones civiles de nuestros tiempos.

Las características resistentes del concreto están gobernadas principalmente por el cemento, el mismo que representa la mayor parte del costo del concreto.

Con el objeto de lograr modificar algunas propiedades del cemento, se pueden utilizar aditivos que añadidos a los materiales en el proceso de

preparación del concreto, pueden permitir que este endurezca mas rápido o lentamente según el aditivo a utilizar. También existen resinas que se usan para su “curado” a fin de permitir que el concreto logre la resistencia especificada.

Una de las principales razones por la que no se usan los aditivos es por el desconocimiento del incremento en el costo total del concreto armado debido a su inclusión. El uso de un aditivo puede aumentar o disminuir el costo del concreto.

Se debe comparar pues, el costo con los múltiples beneficios que pueden obtenerse de ser utilizados. El efecto de un aditivo dado puede algunas veces ser obtenido, al menos en algún grado, por otros medios o por otros aditivos.

Donde sea posible el costo de un aditivo debe ser comparado a diseños estructurales más económicos.

La evaluación del costo de cualquier aditivo debe siempre estar basado sobre los resultados obtenidos con el concreto particular, bajo condiciones que simulen aquellos esperados en la obra. Lo anterior es muy deseable ya que los resultados obtenidos están influenciados en un importante grado por las características del cemento y los agregados así como por sus proporciones relativas, temperatura, humedad y curado.

CAPITULO IV

DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO DE MEZCLAS

4.0 GENERALIDADES

El diseño de mezclas de concreto, es la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

Existen en la actualidad una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado así como el asentamiento; relaciones agua / cemento a usar referidas a resistencias en compresión determinadas experimentalmente.

4.1 CONCRETO NORMAL

4.1.1 METODO DE DISEÑO

El método de diseño empleado es la del Comité 211 del ACI, también conocido como **Volúmenes Absolutos**. Este método es bastante simple el cual, basándose en algunas de las tablas El criterio de diseño se basa en la optimización de los materiales especialmente del cemento, por ser el de mayor costo, de modo que la mezcla ha elaborar sea de menor costo posible.

Para lograr dicho objetivo es indispensable realizar una buena combinación de agregados de tal manera que dada una relación agua / cemento y dado un asentamiento, obtener una mezcla con la mínima dosificación de cemento y / o máxima resistencia a la compresión en el concreto endurecido.

Para la elaboración de las mezclas se utilizara tres relaciones de agua cemento 0.60, 0.65 y 0.70. Se diseñara una mezcla normal(sin aditivo) para cada relación y luego las variantes correspondientes al acápite 4.2 Concreto con aditivo, con diversas dosificaciones de aditivos. Para todos los casos se busca diseños con asentamiento de 3" a 4" pulgadas.

a.- DETERMINACIÓN DE LA MEJOR RELACION DE LOS AGREGADOS (resistencia a los 7 días).

Para determinar la mejor combinación de los agregados con lo cual se trabajara en todos los diseños posteriores, verificamos la combinación porcentual obtenida del máximo peso unitario compactado del agregado global que resulto 50% de agregado fino y 50% de agregado grueso, obtenido en el capitulo II.

Para la verificación de la relación de agregados en el concreto utilizaremos combinaciones situadas cerca al 50% que son de 48% y 52% de los agregados, donde se realizara los ajustes respectivos para alcanzar un asentamiento de 3 a 4 pulg.

Se procederá la verificación para la relación $a/c = 0.65$ que es la intermedia de las tres relaciones utilizadas: 0.60, 0.65 y 0.70.

COMBINACIÓN PORCENTUAL DE AGREGADO EN EL DISEÑO

AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
48%	52%
50%	50%
52%	48%

CUADRO 4.1

Primeramente se busca la cantidad de agua en el concreto para esta relación $a/c=0.65$ y lograr el asentamiento esperado de 3" – 4" en las mezclas de prueba con las combinaciones de agregados del cuadro 4.1, por lo tanto mostraremos estos resultados en los cuadros mas adelante.

4.1.2 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

a) PRIMER DISEÑO DE PRUEBA

Se tomo la cantidad de 210 lt/m³ de agua, luego se realiza el diseño.

Donde utilizamos los datos de las características de los materiales ensayados que compondrán el concreto y mencionamos a continuación:

	ARENA	PIEDRA
Peso Especifico :	2.56	2.78
Peso Unitario Suelto :	1699.6 kg/m ³	1396.3 kg/m ³
Peso Unitario Compactado :	1932.9 kg/m ³	1529.8 kg/m ³
% Contenido de Humedad :	1.18%	0.28%
% de Absorción :	1.28%	0.47%
a/c :	0.65	

CUADRO 4.2

Partiendo de los % de agregado 50% y 50% para hallar la cantidad de arena y piedra para el diseño se halla mediante el volumen absoluto que consiste en dividir los pesos secos del cemento y agua entre su peso específico respectivo, sumarlos mas el porcentaje de aire (según tabla ACI), para luego restarle a 1 m³ de concreto. La diferencia que salga se multiplica proporcionalmente a los respectivos porcentajes de arena y piedra hallados anteriormente.

VOLUMEN ABSOLUTO:

$$\text{Cemento: } 323.1 / 3110 = 0.104$$

$$\text{Agua : } 210/1000 = 0.210$$

$$\% \text{ Aire : } = 0.015$$

$$\text{suma} = 0.329$$

$$\underline{0.671}$$

$$\left. \begin{array}{l} \rightarrow \\ \rightarrow \end{array} \right\} 50\% = 0.336(\text{ piedra})$$

$$\left. \begin{array}{l} \rightarrow \\ \rightarrow \end{array} \right\} 50\% = 0.336(\text{ arena})$$

PESOS SECOS DE LOS AGREGADOS:

$$\text{Arena : } 0.336 * 2560 (\text{ p.e}) = 859.03 \text{ kg/m}^3. \quad 0.671$$

$$\text{Piedra: } 0.336 * 2780 (\text{ p.e}) = 932.85 \text{ kg/m}^3.$$

PESOS HUMEDOS

Aquí se realiza la corrección de agua. Para averiguar si es que los agregados dan o quitan agua a la mezcla se hace el siguiente análisis; posteriormente también se corregirá el peso de los agregados.

CORRECCION DE AGUA NECESARIA:

$$C.P = P_s * (w - A_b) / 100$$

$$C.A = P_s * (w - A_b) / 100$$

Donde: P_s = Peso seco del agregado

w = Contenido de humedad del agregado

A_b = Porcentaje de absorción del agregado.

C.A = Corrección de agua en la arena

C.P = Corrección de agua en la piedra

$$C.P = 932.85 \cdot (0.28 - 0.47) / 100$$

$$C.P = -1.77$$

$$C.A = 859.03 \cdot (1.18 - 1.28) / 100$$

$$C.A = -0.86$$

$$\boxed{\text{SUMA} = -2.63}$$

Como el resultado que obtuvimos anteriormente salió negativo quiere decir que los agregados están quitando agua a la mezcla.

Por lo tanto el agua de mezcla será: $am = a \text{ (especifica)} + a \text{ (corrección)}$

$$am = 215 + 2.63$$

$$\boxed{am = 217.63 \text{ lt/m}^3}$$

CORRECCION DE LOS PESOS DE ARENA Y PIEDRA

$$P_{cp} = P_{sp} \cdot (1 + w / 100)$$

$$P_{ca} = P_{sa} \cdot (1 + w / 100)$$

CORRECCION:

$$P_{cp} = 932.85 \cdot (1 + 0.47 / 100)$$

$$P_{cp} = 937.23 \text{ Kgr/m}^3$$

$$P_{ca} = 859.03 \cdot (1 + 1.28 / 100)$$

$$P_{ca} = 870.03 \text{ Kgr/m}^3$$

Donde:

P_{cp} = Peso corregido de la piedra

P_{ca} = Peso corregido de la arena

P_s = Peso seco del agregado

W = Contenido de humedad del agregado.

Finalmente haciendo todas estas correcciones tenemos los pesos húmedos o diseño en obra:

Cemento = 323.10	Agua = 217.63
Arena = 870.03	Piedra = 937.23

DISEÑO UNITARIO EN OBRA

El diseño unitario en obra se calcula dividiendo cada componente de la mezcla entre el peso por metro cúbico del cemento y se obtienen los siguientes valores:

Cemento	= 1
Agua	= 0.674
Arena	= 2.693
Piedra	= <u>2.900</u>
suma	= 7.267

La suma hallada nos sirve para dividir a la capacidad de mezcla que deseamos fabricar; para este caso es de 50 kg. La constante "K" hallada nos sirve para multiplicar a los valores del diseño unitario y así finalmente obtener la tanda o pesos de cada componente de la mezcla.

$$K = \frac{50}{7.267} = 6.88$$

TANDAS	Cemento = 6.88	Agua = 4.637
	Arena = 18.53	Piedra = 19.95

El asentamiento obtenido es de 2 1/2"

b) SEGUNDO DISEÑO DE PRUEBA

En este diseño tomamos la cantidad de 220 litros por metro cúbico de agua. El procedimiento seguido para este diseño es el mismo que el anterior por lo que el resultado lo presentaremos en el cuadro N° 3.9, el asentamiento obtenido es de 4 1/4" siendo nuestro parámetro de 3 a 4 pulgadas.

c) TERCER DISEÑO DE PRUEBA

En este diseño tomamos la cantidad de 217 litros por metro cúbico de agua. El procedimiento seguido para este diseño es el mismo que el anterior por lo que el resultado lo presentaremos en los cuadros correspondientes al Diseño de mezcla de a/c = 0.65, el asentamiento obtenido es de 3 1/2" siendo nuestro parámetro de 3 a 4 pulgadas. Con esta cantidad de agua procedemos a realizar el diseño.

Para las relaciones agua/cemento 0.60 y 0.70 el procedimiento es el mismo que el anterior por lo tanto mostraremos los resultados de los diseños en los cuadros siguientes en este capítulo.

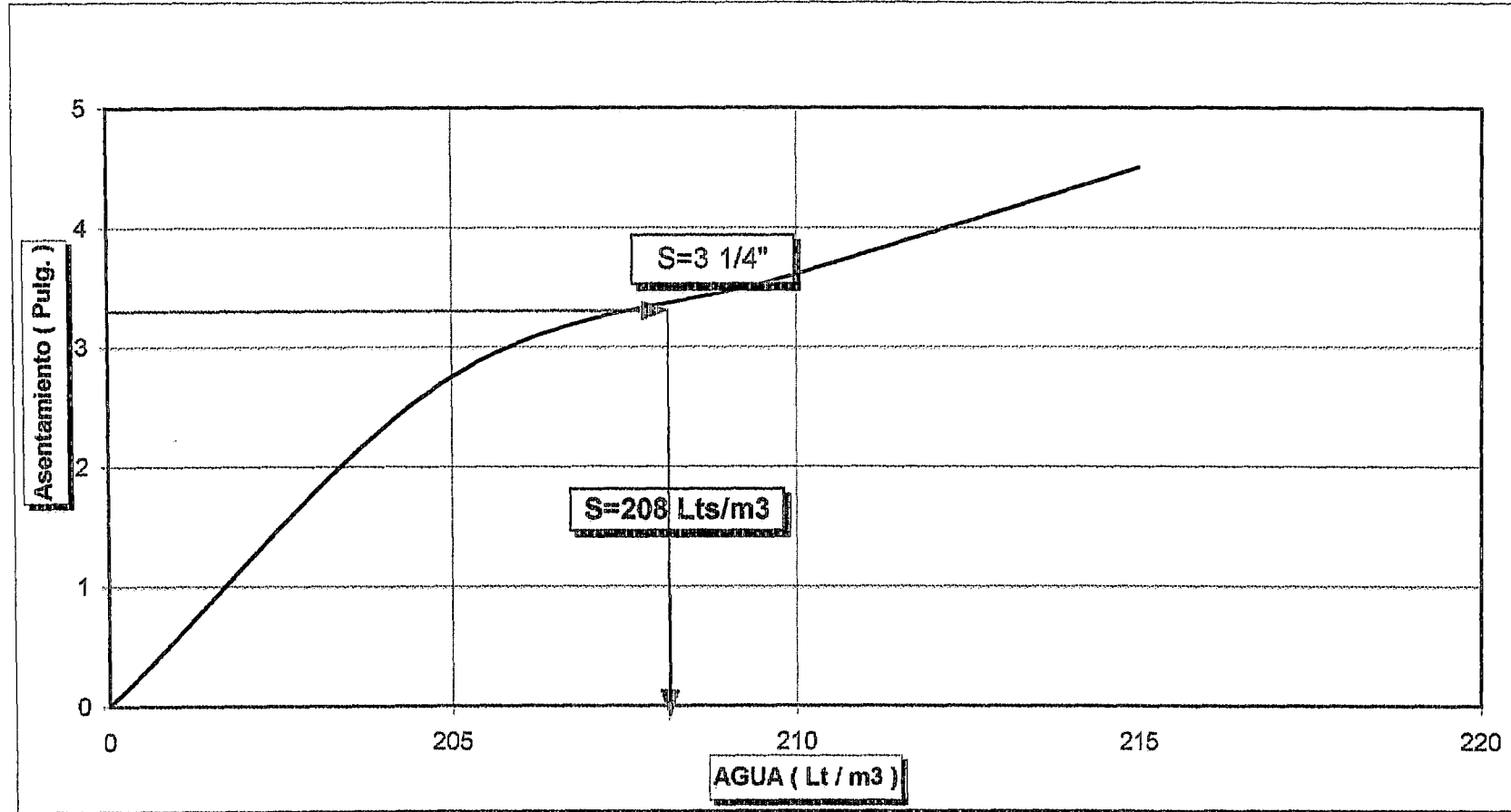
d) CALCULO DEL AGUA OPTIMA DE DISEÑO

Conocido la cantidad porcentual de agregado fino y grueso, se diseña la mezcla del concreto patrón para la cual se busca el agua optima que cumpla con los requerimientos de asentamiento de 3" a 4" . Para todos los diseños usaremos el método del "Agregado Global".

Para buscar la cantidad de agua optima se realizo tres diseños de mezcla de prueba con diferentes cantidades de agua para cada relación agua-cemento con el fin de alcanzar el asentamiento deseado para graficar posteriormente el agua optima de cada diseño obtenido en los gráficos posteriores.

GRAFICO N° 4.1

DETERMINACION DEL AGUA OPTIMA PARA EL DISEÑO PATRON A/C 0.70



MEZCLAS DE PRUEBA BUSCANDO ASENTAMIENTO DE 3" A 4"
(DETERMINACION DE LA RELACION DE AGREGADOS CON ASENTAMIENTO DE 3" a 4")

MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE			TANDAS DE PRUEBA		
		PESOS kg/m ³		Volumen m ³	Proporcionamiento Humedo		Tanda de Prueba 50 kg
		SECO	HUMEDO				
a/c = 0.65 rf = 48% a(lts)= 200	CEMENTO	308	308	0.099	CEMENTO	1.00	6.26
	AGUA	200	203	0.200	AGUA	0.66	4.13
	ARENA	843	853	0.329	ARENA	2.77	17.36
	PIEDRA	992	995	0.357	PIEDRA	3.23	20.25
	% AIRE			0.015	Suma =	7.66	48.00
	Suma =	2343	2358	1.000	Asentamiento = 1/2"		
a/c = 0.65 rf = 48% a(lts)= 210	CEMENTO	323	323	0.104	CEMENTO	1.00	6.62
	AGUA	210	213	0.210	AGUA	0.66	4.36
	ARENA	825	834	0.322	ARENA	2.58	17.09
	PIEDRA	970	973	0.349	PIEDRA	3.01	19.93
	% AIRE			0.015	Suma =	7.25	48.00
	Suma =	2328	2343	1.000	Asentamiento = 3"		
a/c = 0.65 rf = 48% a(lts)= 215	CEMENTO	331	331	0.106	CEMENTO	1.00	6.80
	AGUA	215	218	0.215	AGUA	0.66	4.47
	ARENA	815	825	0.319	ARENA	2.49	16.96
	PIEDRA	959	962	0.345	PIEDRA	2.91	19.77
	% AIRE			0.015	Suma =	7.06	48.00
	Suma =	2321	2336	1.000	Asentamiento = 3 1/2"		
a/c = 0.65 rf = 50% a(lts)= 218	CEMENTO	335	335	0.108	CEMENTO	1.00	6.91
	AGUA	218	221	0.218	AGUA	0.66	4.55
	ARENA	844	854	0.330	ARENA	2.55	17.60
	PIEDRA	916	919	0.330	PIEDRA	2.74	18.94
	% AIRE			0.015	Suma =	6.94	48.00
	Suma =	2313	2328	1.000	Asentamiento = 3 3/4"		
a/c = 0.65 rf = 52% a(lts)= 220	CEMENTO	338	338	0.109	CEMENTO	1.00	6.99
	AGUA	220	223	0.220	AGUA	0.66	4.60
	ARENA	873	884	0.341	ARENA	2.61	18.26
	PIEDRA	876	878	0.315	PIEDRA	2.59	18.14
	% AIRE			0.015	Suma =	6.86	48.00
	Suma =	2308	2323	1.000	Asentamiento = 3 3/4"		
a/c = 0.65 rf = 52% a(lts)= 225	CEMENTO	346	346	0.111	CEMENTO	1.00	7.18
	AGUA	225	228	0.225	AGUA	0.66	4.72
	ARENA	864	874	0.337	ARENA	2.52	18.11
	PIEDRA	866	868	0.311	PIEDRA	2.51	17.99
	% AIRE			0.015	Suma =	6.69	48.00
	Suma =	2300	2315	1.000	Asentamiento = 4 1/4"		

CUADRO N° 4.4

A/C = 0.65				
Identificación	Rf	rg	a(lt/m ³)	Asentamiento
A1	0.48	0.52	215	3 1/2"
A2	0.50	0.50	218	3 3/4"
A3	0.52	0.48	220	3 3/4"

Con estos 3 diseños se procedió a llenar 3 probetas de cada uno y luego de curarlas se ensayaron a la prueba de resistencia a los 7 días , para elegir la mayor resistencia que dará la proporción óptima de agregados en los diseños definitivos.

CUADRO N° 4.5

**RESISTENCIA A LOS 7 DIAS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLAS DE DISTINTA
VARIACION PROPORCIONAL DE AGREGADOS**

MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA			Resistencia a la compresión a los 7 días (Kg/cm2)
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Proporcionamiento Humedo		Tanda de Prueba 50 kg	
		SECO	HUMEDO					
a/c = 0.65 rf = 48% a(lts)= 215	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	331 215 815 959 2321	331 218 825 962 2336	0.106 0.215 0.319 0.345 1.000	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma =	1.00 0.66 2.49 2.91 7.06	6.80 4.47 16.96 19.77 48.00	241
Asentamiento = 3 1/2"								
a/c = 0.65 rf = 50% a(lts)= 218	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	335 218 844 916 2313	335 221 854 919 2328	0.108 0.218 0.330 0.330 1.000	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma =	1.00 0.66 2.55 2.74 6.94	6.91 4.55 17.60 18.94 48.00	261
Asentamiento = 3 3/4"								
a/c = 0.65 rf = 52% a(lts)= 220	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA % AIRE Suma =	338 220 873 876 2308	338 223 884 878 2323	0.109 0.220 0.341 0.315 1.000	CEMENTO AGUA ARENA PIEDRA Suma =	1.00 0.66 2.61 2.59 6.86	6.99 4.60 18.26 18.14 48.00	240
Asentamiento = 3 3/4"								

LEYENDA

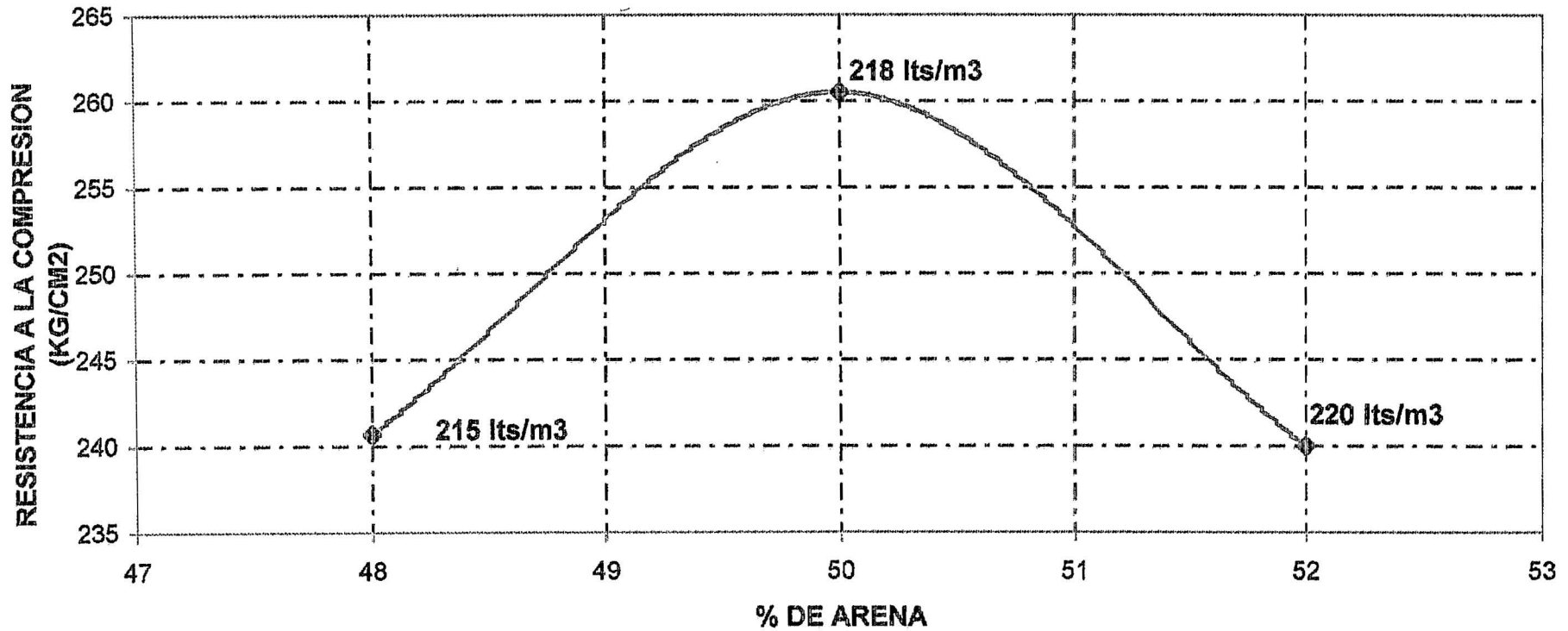
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE-98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 4.2
ENSAYO DE COMPRESION
EDAD: 7 DIAS



A/C = 0.65 Asentamiento 3" a 4"

De los resultados observamos que la mayor resistencia se obtiene para la combinación de **50% de agregado fino y 50% de agregado grueso**. Por lo tanto trabajaremos con esta combinación en todos los diseños (en las tres relaciones a/c: 0.60, 0.65 y 0.70). Ver grafico 4.2

A continuación mostramos el cuadro de los diseños de mezclas de Concreto Normal con sus respectivos cantidades de agua para cada relación agua cemento. Ver cuadro 4.6.

CUADRO N° 4.6

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO NORMAL

MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA		
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Proporcionamiento Humedo		Tanda de Prueba 50 kg
		SECO	HUMEDO				
a/c = 0.60	CEMENTO	375	375	0.121	CEMENTO	1.00	7.75
rf = 0.50	AGUA	225	228	0.225	AGUA	0.61	4.70
a(lts)= 225	ARENA	818	828	0.320	ARENA	2.21	17.12
	PIEDRA	889	891	0.320	PIEDRA	2.38	18.43
	% AIRE			0.015	Suma =	6.19	48.00
	Suma =	2307	2322	1.000	Asentamiento = 3 3/4"		

MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA		
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Proporcionamiento Humedo		Tanda de Prueba 50 kg
		SECO	HUMEDO				
a/c = 0.65	CEMENTO	334	334	0.107	CEMENTO	1.00	6.88
rf = 0.50	AGUA	217	220	0.217	AGUA	0.66	4.52
a(lts)= 217	ARENA	846	856	0.330	ARENA	2.56	17.63
	PIEDRA	918	921	0.330	PIEDRA	2.76	18.97
	% AIRE			0.015	Suma =	6.98	48.00
	Suma =	2315	2330	1.000	Asentamiento = 3 1/2"		

MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA		
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Proporcionamiento Humedo		Tanda de Prueba 50 kg
		SECO	HUMEDO				
a/c = 0.70	CEMENTO	297	297	0.096	CEMENTO	1.00	6.09
rf = 0.50	AGUA	208	211	0.208	AGUA	0.71	4.32
a(lts)= 208	ARENA	872	883	0.341	ARENA	2.97	18.10
	PIEDRA	947	950	0.341	PIEDRA	3.20	19.48
	% AIRE			0.015	Suma =	7.88	48.00
	Suma =	2325	2340	1.000	Asentamiento = 3 1/4"		

4.2 CONCRETO CON ADITIVO

4.2.1 METODO DE DISEÑO

Al realizar el diseño de concreto con el aditivo "Plastiment HE 98" usamos la dosificación de (0.3%, 0.5% Y 0.7% del peso de cemento) que equivale a 130CCXBOLSA, 215CCXBOLSA Y 300CCXBOLSA respectivamente; cabe recalcar que aquí se hizo reducciones de agua según la dosis del aditivo, se uso como base el diseño patrón a quien se le hizo modificaciones en cuanto a la cantidad de agua, mas no en sus demás componentes.

A continuación mostramos la relación de cuadros de diseños tanto patrón como con aditivo.

CUADRO N° 4.7
RELACIÓN DE CUADROS DE DISEÑO

N° de Diseño	Relación a/c	% de aditivo	Condición de diseño	Cuadro N°
1	0.60	---	Patrón asentamiento de 3" a 4"	3.11
2	0.65	---		
3	0.70	---		
4	0.60	0.30%	Rango de asentamiento constante de 3" a 4"	3.13
5		0.50%		
6		0.70%		
7	0.65	0.30%		3.14
8		0.50%		
9		0.70%		
10	0.70	0.30%	3.15	
11		0.50%		
12		0.70%		

Estos son los 12 diseños de mezclas que se usara para posteriormente en los capítulos siguientes tanto en concreto fresco como endurecido se harán ensayos de comparación.

A continuación se presenta los cuadros de diseño de mezcla de concreto con aditivos.

CUADRO N° 4.7

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON ADITIVO PARA A/C = 0.60									
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA				
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Material	Sin Reduccion de agua		Con Reduccion de agua	
		SECO	HUMEDO			Proporcion	Tanda (kg)	Proporcion	Tanda (kg)
a/c= 0.6 Adit= 0.30% a(lts)= 225	CEMENTO	375	375	0.121	CEMENTO	1.00	7.75	1.00	7.75
	AGUA	225	228	0.225	AGUA	0.61	4.70	0.56	4.33
	ARENA	818	828	0.320	ARENA	2.21	17.12	2.21	17.12
	PIEDRA	889	891	0.320	PIEDRA	2.38	18.43	2.38	18.43
	% AIRE			0.015	Suma =	6.19	48.00	6.14	47.63
	Suma =	2307	2322	1.000	Asentamiento = 3 1/2"				
		Reduccion de Agua =		30 lts			= 7.9 %		
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA				
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Material	Sin Reduccion de agua		Con Reduccion de agua	
		SECO	HUMEDO			Proporcion	Tanda (kg)	Proporcion	Tanda (kg)
a/c= 0.6 Adit= 0.50% a(lts)= 225	CEMENTO	375	375	0.121	CEMENTO	1.00	7.75	1.00	7.75
	AGUA	225	228	0.225	AGUA	0.61	4.70	0.55	4.28
	ARENA	818	828	0.320	ARENA	2.21	17.12	2.21	17.12
	PIEDRA	889	891	0.320	PIEDRA	2.38	18.43	2.38	18.43
	% AIRE			0.015	Suma =	6.19	48.00	6.14	47.58
	Suma =	2307	2322	1.000	Asentamiento = 3 1/2"				
		Reduccion de Agua =		34 lts			= 9.0 %		
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA				
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Material	Sin Reduccion de agua		Con Reduccion de agua	
		SECO	HUMEDO			Proporcion	Tanda (kg)	Proporcion	Tanda (kg)
a/c= 0.6 Adit= 0.70% a(lts)= 225	CEMENTO	375	375	0.121	CEMENTO	1.00	7.75	1.00	7.75
	AGUA	225	228	0.225	AGUA	0.61	4.70	0.55	4.29
	ARENA	818	828	0.320	ARENA	2.21	17.12	2.21	17.12
	PIEDRA	889	891	0.320	PIEDRA	2.38	18.43	2.38	18.43
	% AIRE			0.015	Suma =	6.19	48.00	6.14	47.59
	Suma =	2307	2322	1.000	Asentamiento = 3 1/2"				
		Reduccion de Agua =		33 lts			= 8.8 %		

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE-98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° 4.8

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON ADITIVO PARA A/C = 0.65									
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA				
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Material	Sin Reduccion de agua		Con Reduccion de agua	
		SECO	HUMEDO			Proporcion	Tanda (kg)	Proporcion	Tanda (kg)
a/c= 0.65 Adit= 0.30% a(lts)= 217	CEMENTO	334	334	0.107	CEMENTO	1.00	6.88	1.00	6.88
	AGUA	217	220	0.217	AGUA	0.66	4.52	0.60	4.16
	ARENA	846	856	0.330	ARENA	2.56	17.63	2.56	17.63
	PIEDRA	918	921	0.330	PIEDRA	2.76	18.97	2.76	18.97
	% AIRE			0.015	Suma =	6.98	48.00	6.93	47.64
	Suma =	2315	2330	1.000	Asentamiento = 3 1/2"				
		Reduccion de Agua =		27 lts			= 8.0 %		
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA				
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Material	Sin Reduccion de agua		Con Reduccion de agua	
		SECO	HUMEDO			Proporcion	Tanda (kg)	Proporcion	Tanda (kg)
a/c= 0.65 Adit= 0.50% a(lts)= 217	CEMENTO	334	334	0.107	CEMENTO	1.00	6.88	1.00	6.88
	AGUA	217	220	0.217	AGUA	0.66	4.52	0.60	4.14
	ARENA	846	856	0.330	ARENA	2.56	17.63	2.56	17.63
	PIEDRA	918	921	0.330	PIEDRA	2.76	18.97	2.76	18.97
	% AIRE			0.015	Suma =	6.98	48.00	6.92	47.62
	Suma =	2315	2330	1.000	Asentamiento = 3 1/2"				
		Reduccion de Agua =		28 lts			= 8.5 %		
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA				
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Material	Sin Reduccion de agua		Con Reduccion de agua	
		SECO	HUMEDO			Proporcion	Tanda (kg)	Proporcion	Tanda (kg)
a/c= 0.65 Adit= 0.70% a(lts)= 217	CEMENTO	334	334	0.107	CEMENTO	1.00	6.88	1.00	6.88
	AGUA	217	220	0.217	AGUA	0.66	4.52	0.60	4.13
	ARENA	846	856	0.330	ARENA	2.56	17.63	2.56	17.63
	PIEDRA	918	921	0.330	PIEDRA	2.76	18.97	2.76	18.97
	% AIRE			0.015	Suma =	6.98	48.00	6.92	47.61
	Suma =	2315	2330	1.000	Asentamiento = 3 1/2"				
		Reduccion de Agua =		29 lts			= 8.7 %		

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE-98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° 4.9

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON ADITIVO PARA A/C = 0.70									
MEZCLA DE PRUEBA	Material	DOSIFICACION POR m3 DE CONCRETO			TANDAS DE PRUEBA				
		PESOS kg/m3		Volumen m3	Material	Sin Reduccion de agua		Con Reduccion de agua	
		SECO	HUMEDO			Proporcion	Tanda (kg)	Proporcion	Tanda (kg)
a/c= 0.7 Adit= 0.30% a(lts)= 208	CEMENTO	297	297	0.096	CEMENTO	1.00	6.09	1.00	6.09
	AGUA	208	211	0.208	AGUA	0.71	4.32	0.66	4.02
	ARENA	872	883	0.341	ARENA	2.97	18.10	2.97	18.10
	PIEDRA	947	950	0.341	PIEDRA	3.20	19.48	3.20	19.48
	% AIRE			0.015	Suma =	7.88	48.00	7.83	47.70
	Suma =	2325	2340	1.000	Asentamiento = 3 1/2"				
Reduccion de Agua = 21 lts = 7.0 %									
a/c= 0.7 Adit= 0.50% a(lts)= 208	CEMENTO	297	297	0.096	CEMENTO	1.00	6.09	1.00	6.09
	AGUA	208	211	0.208	AGUA	0.71	4.32	0.66	4.01
	ARENA	872	883	0.341	ARENA	2.97	18.10	2.97	18.10
	PIEDRA	947	950	0.341	PIEDRA	3.20	19.48	3.20	19.48
	% AIRE			0.015	Suma =	7.88	48.00	7.82	47.69
	Suma =	2325	2340	1.000	Asentamiento = 3 1/2"				
Reduccion de Agua = 21 lts = 7.2 %									
a/c= 0.7 Adit= 0.70% a(lts)= 208	CEMENTO	297	297	0.096	CEMENTO	1.00	6.09	1.00	6.09
	AGUA	208	211	0.208	AGUA	0.71	4.32	0.65	3.99
	ARENA	872	883	0.341	ARENA	2.97	18.10	2.97	18.10
	PIEDRA	947	950	0.341	PIEDRA	3.20	19.48	3.20	19.48
	% AIRE			0.015	Suma =	7.88	48.00	7.82	47.67
	Suma =	2325	2340	1.000	Asentamiento = 3 1/2"				
Reduccion de Agua = 23 lts = 7.7 %									

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE-98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CAPITULO V

ENSAYOS EN EL CONCRETO NORMAL Y CON ADITIVO EN ESTADO FRESCO

ENSAYOS EN EL CONCRETO NORMAL Y CON ADITIVO EN ESTADO FRESCO

5.0 GENERALIDADES

El concreto se considera en estado fresco cuando todavía no ha logrado alcanzar su fragua inicial, por ello el concreto fresco al ser eminentemente deformable es necesario que la mezcla presente una consistencia tal que permita transportarse, colocarse con relativa facilidad y sin segregación.

5.1 ENSAYOS REALIZADOS

- **CONSISTENCIA** **Norma NTP 339.035**
- **FLUIDEZ** **Norma NTP 339.085**
- **EXUDACIÓN** **Norma NTP 339.077**
- **PESO UNITARIO** **Norma NTP 339.046**
- **CONTENIDO DE AIRE** **Norma NTP 339.046**
- **TIEMPO DE FRAGUADO** **Norma NTP 339.082**

5.1.1 CONSISTENCIA

Se denomina consistencia a la resistencia que opone una mezcla de concreto a sufrir deformaciones y se mide mediante el ensayo de asentamiento o slump en el "Cono de Abrahams", prueba sencilla que se puede realizar tanto en el laboratorio como en el campo y consiste en llevar un recipiente tronconico en tres capas de igual volumen compactado c/u de ellos con 25 golpes de varilla lisa metálica normada, luego se procede a levantar dicho recipiente y se mide el asentamiento con respecto a la altura del cono.

5.1.2 FLUIDEZ

Es la resistencia que opone el concreto a experimentar deformaciones. Depende de la forma, gradación y tamaño máximo del agregado en la mezcla. Asimismo depende mayormente, para un tipo de agregado definido, de la cantidad de agua en el mezclado.

En la presente tesis el método de ensayo usado fue de la mesa de sacudidas.

5.1.3 EXUDACION

La exudación del concreto es aquel tipo de segregación por el cual parte del agua utilizada en el diseño de mezcla asciende a la superficie del concreto recién colocado.

En las mezclas de concreto, si el agua de exudación es abundante entonces el recorrido de este material desde el interior de la mezcla hasta la superficie expuesta del concreto fresco provocara una mezcla porosa y débil, llena de vacíos y poco durable. Por el contrario si el agua de exudación es escasa y la tasa de evaporación del agua en el medio ambiente en que se trabaja es mayor a la tasa de exudación del concreto, entonces se generaran superficies secas y con ello grietas por contracción en el concreto.

5.1.4 PESO UNITARIO

El peso unitario de un concreto es la relación entre el peso de un concreto fresco compactado y el volumen del recipiente que lo contiene, es decir nos indica cual es el peso de concreto por unidad de volumen.

El peso unitario del concreto generalmente no es igual al peso unitario teórico obtenido del diseño de mezcla, por lo tanto este ensayo es una manera de controlar la uniformidad del concreto y de sus materiales componentes.

5.1.5 CONTENIDO DE AIRE

El contenido de aire de un concreto indica la cantidad de vacíos presentes internamente en toda la masa de concreto. El método de gravimétrico fue el usado para hallar el contenido de aire, para ello se utiliza los pesos unitarios reales (obtenidos por ensayo) y teóricos (obtenido del diseño de mezcla), y por comparación de volúmenes obtenidos se tiene el contenido de aire de la mezcla de concreto.

5.1.6 TIEMPO DE FRAGUADO

Las mezclas de concreto mantienen su trabajabilidad durante cierto tiempo luego del cual empiezan a perder esa plasticidad que las caracteriza, a ese

proceso se denomina fragua del concreto y el tiempo en el que se desarrolla esta caracterizado por el Tiempo de Fragua Inicial, tiempo en el cual el concreto empieza a perder la plasticidad que la caracteriza; y el tiempo de Fragua Final, en el que la mezcla de concreto ya perdió toda capacidad de deformación.

Este ensayo es muy importante porque le da al constructor el tiempo que dispone para el proceso de vaciado y acabado del concreto.

Tanto el tiempo de fragua inicial como el final son hallados mediante un ensayo que consiste calcular la resistencia a la penetración de agujas metálicas con áreas definidas en muestras de concreto fresco. Para dos resistencias fijas, se obtienen los tiempos de fragua.

CUADROS Y GRAFICOS DE ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO

Los cuadros y gráficos comparativos correspondientes a los ensayos de concreto fresco tanto en concreto normal como con aditivo se mostraran en el capitulo VII. Las normas de ensayo y procedimiento de cálculos en los Anexos.

CUADRO N° 5.1

ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO
CUADRO DE RESUMEN

DISEÑO		ASENT.	FLUIDEZ	EXUDACION	PESO UNIT	CONTENIDO	TIEMPO DE FRAGUA	
A/C	% ADITIVO	(Pulg.)	(%)	(%)	Kg/m3	DE AIRE (%)	F.INICIAL	F.FINAL

0.60	PATRON	3 3/4"	80.40	0.36	2383.62	1.22	04:35	05:36
	0.30%	3 1/2"	94.73	0.52	2393.55	2.42	05:04	06:22
	0.50%	3 1/2"	93.07	0.37	2382.20	2.47	05:24	06:12
	0.70%	3 1/2"	93.11	0.54	2358.09	1.93	05:07	06:30
0.65	PATRON	3 1/2"	84.33	0.54	2376.52	0.78	04:41	06:06
	0.30%	3 1/2"	92.65	0.68	2394.96	2.28	05:33	07:07
	0.50%	3 1/2"	90.53	0.64	2388.58	2.34	05:03	06:27
	0.70%	3 1/2"	92.90	0.71	2372.27	1.94	05:06	06:56
0.70	PATRON	3 1/4	86.17	0.63	2379.36	0.71	05:32	06:40
	0.30%	3 1/2"	92.13	0.61	2395.67	2.13	06:02	07:21
	0.50%	3 1/2"	91.40	0.64	2401.35	2.54	06:10	07:29
	0.70%	3 1/2"	90.37	0.82	2377.23	1.90	06:09	07:25

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE-98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CAPITULO VI

**ENSAYOS EN EL CONCRETO NORMAL Y
CON ADITIVO EN ESTADO ENDURECIDO**

ENSAYOS EN EL CONCRETO NORMAL Y CON ADITIVO EN ESTADO ENDURECIDO

6.1 ENSAYOS REALIZADOS

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la tracción por compresión diametral.
- Modulo elástico estático.

6.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Norma: ASTM C 3961 "Standard Test Method For Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens"

La resistencia a la compresión del concreto es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin agrietarse ni romperse, es la propiedad mas característica del concreto y que además define su calidad. Se determina mediante ensayos de probetas cilíndricas normales de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, moldeadas y curadas de acuerdo a norma y que son sometidas a compresión axial en máquinas especiales de laboratorio.

La resistencia en general del concreto aumenta conforme pasa el tiempo y depende principalmente del contenido de humedad que tiene durante ese tiempo. Se sabe que la resistencia a la compresión es función de la relación agua/cemento principalmente.

6.1.2 RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESION DIAMETRAL

Norma: ASTM C 496 "Standard Test Method For Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens"

El concreto también posee resistencia a la tracción, sin embargo por su bajo valor comparado con la resistencia a la compresión no es considerado para los diseños estructurales en concreto, dicha función la toma el refuerzo de acero . Esta resistencia se determina indirectamente por medio de una compresión diametral, utilizando la misma probeta de concreto de 15 x 30 cm. y la máquina de compresión.

6.1.3 MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO

Norma: ASTM C 496 "Standard Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poisson Ratio of Concrete in Compression"

El módulo de elasticidad es una medida de las propiedades elásticas del concreto, también es un indicador de su rigidez. Como el concreto no es un material linealmente elástico, no presenta en ningún momento algún tramo recto (ley de Hooke), por lo tanto el denominado "Módulo de Elasticidad del concreto" es simplemente la pendiente de la secante a la curva esfuerzo deformación desde el origen a un punto determinado (40% de la resistencia a la compresión).

Para determinar el módulo de elasticidad se utilizó el método de los Niveles Ópticos cuyo equipo característico son los "Espejos Martens".

CAPITULO VII

CUADRO DE RESULTADOS Y GRAFICOS

CUADRO DE RESULTADOS Y GRAFICOS

7.1 GENERALIDADES

En este capítulo se presentan los cuadros de resultados (cuadros de resumen), cuadros y gráficos comparativos de todos los ensayos, tanto en concreto fresco como en concreto endurecido.

Los cuadros detallados serán presentados en el capítulo VIII. Cada uno de los valores de los cuadros de este capítulo pueden verificarse en las planillas presentadas en los cuadros anexos del capítulo VIII.

7.2 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO

Estos ensayos fueron descritos en el capítulo anterior. Todos los ensayos se realizaron para los 12 diseños para mediana a baja resistencia ($a/c=0.60$; 0.65 y 0.70) c/u con concreto con adición de aditivo en 0.3% ; 0.5% y 0.7% del peso del cemento. Todos se realizaron manteniendo el rango de asentamiento constante de $3''$ a $4''$, reduciendo la cantidad de agua en los diseños que se usó aditivo.

Todos los ensayos se realizaron en las mismas condiciones de temperatura en el Laboratorio de Ensayo de Materiales.

7.3 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO

Estos ensayos fueron descritos en el capítulo anterior. Todos los ensayos fueron realizados para 12 diseños igual que el punto 7.2.

Respecto a los resultados de compresión a las diferentes edades se presentan los valores observados, hallando el promedio de dichos valores.

A continuación mostramos la relación de cuadros y gráficos.

7.4 CUADRO DE RESULTADOS

CUADRO N°	DESCRIPCION
7.1	DISEÑO DE MEZCLAS (Cuadro de resumen)
7.2	ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO (Cuadro de resumen)
7.3	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (Cuadro de resumen)
7.4	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESION DIAMETRAL. (Cuadro de resumen)
7.5	ENSAYO DE MODULO ELÁSTICO ESTATICO (Cuadro de resumen)

CUADRO N° 7.1

DISEÑO DE MEZCLAS
CUADRO DE RESUMEN

Mezclas N°	A/C	Aditivo (%)	Agua Inicial (lt/m3)	Reduccion de agua (lt)	Agua Final (lt/m3)	% de Reducción de agua	A/c Final	Cemento (kg/m3)	Arena (kg/m3)	Piedra (kg/m3)
b1	0.60	0.00	225	0	225		0.60	375	818	889
b2	0.60	0.30	225	30	195	7.90%	0.53	375	818	889
b3	0.60	0.50	225	34	191	9.00%	0.52	375	818	889
b4	0.60	0.70	225	33	192	8.80%	0.52	375	818	889
b5	0.65	0.00	217	0	217		0.65	334	846	918
b6	0.65	0.30	217	27	190	7.00%	0.58	334	846	918
b7	0.65	0.50	217	28	189	8.50%	0.57	334	846	918
b8	0.65	0.70	217	29	188	8.70%	0.57	334	846	918
b9	0.70	0.00	208	0	208		0.70	297	872	947
b10	0.70	0.30	208	21	187	7.00%	0.64	297	872	947
b11	0.70	0.50	208	21	187	7.20%	0.64	297	872	947
b12	0.70	0.70	208	23	185	7.70%	0.63	297	872	947

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE-98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° 7.2

ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO
CUADRO DE RESUMEN

DISEÑO		ASENT.	FLUIDEZ	EXUDACION	PESO UNIT	CONTENIDO	TIEMPO DE FRAGUA	
A/C	% ADITIVO	(Pulg.)	(%)	(%)	Kg/m3	DE AIRE (%)	F.INICIAL	F.FINAL

0.60	PATRON	3 3/4"	80.40	0.36	2383.62	1.22	04:35	05:36
	0.30%	3 1/2"	94.73	0.52	2393.55	2.42	05:04	06:22
	0.50%	3 1/2"	93.07	0.37	2382.20	2.47	05:24	06:12
	0.70%	3 1/2"	93.11	0.54	2358.09	1.93	05:07	06:30
0.65	PATRON	3 1/2"	84.33	0.54	2376.52	0.78	04:41	06:06
	0.30%	3 1/2"	92.65	0.68	2394.96	2.28	05:33	07:07
	0.50%	3 1/2"	90.53	0.64	2388.58	2.34	05:03	06:27
	0.70%	3 1/2"	92.90	0.71	2372.27	1.94	05:06	06:56
0.70	PATRON	3 1/4	86.17	0.63	2379.36	0.71	05:32	06:40
	0.30%	3 1/2"	92.13	0.61	2395.67	2.13	06:02	07:21
	0.50%	3 1/2"	91.40	0.64	2401.35	2.54	06:10	07:29
	0.70%	3 1/2"	90.37	0.82	2377.23	1.90	06:09	07:25

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE-98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° 7.3

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
CUADRO DE RESUMEN

VARIANTES		RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)			Reducción de agua (%)	a/c efectiva
		EDAD (días)				
Mezcla	% DE Aditivo	7	14	28		
A/C = 0.60						
B1	0.00	275.64	342.5	361.21		
B2	0.30	316.15	372.14	412.32	7.90%	0.53
B3	0.50	326.18	360.56	399.46	9.00%	0.52
B4	0.70	324.66	355.84	396.44	8.80%	0.52
A/C = 0.65						
B5	0.00	260.56	291.24	315.24		
B6	0.30	283.41	325.36	357.6	7.00%	0.58
B7	0.50	287.07	319.18	340.91	8.50%	0.57
B8	0.70	278.05	315.32	334.79	8.70%	0.57
A/C = 0.70						
B9	0.00	227.11	269.43	290.09		
B10	0.30	235.32	282.44	334.43	7.00%	0.64
B11	0.50	245.58	291.57	328.57	7.20%	0.64
B12	0.70	244.31	286.46	318.39	7.70%	0.63

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° 7.4

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION
POR COMPRESION DIAMETRAL A LOS 28 DIAS**
CUADRO DE RESUMEN

N° Diseño	% de aditivo	f'cr (kg/cm ²)
a/c = 0.60		
1	0	28.5
2	0.3	30.6
3	0.5	31.7
4	0.7	30.7
a/c = 0.65		
5	0	26.8
6	0.3	29.1
7	0.5	30.5
8	0.7	28.1
a/c = 0.70		
9	0	25.0
10	0.3	26.2
11	0.5	27.3
12	0.7	25.8

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° 7.5

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
A LOS 28 DIAS
CUADRO DE RESUMEN**

a/c	% de Aditivo	S2=0.4* f_{cr}	S1	e2	e1	MODULO ELASTICO ESTATICO (kg/cm ²)	
						Parcial	Promedio
0.60	0.00%	150.87	44.31	4.68	0.5	2.5E+05	2.54E+05
		157.08	46.23	4.94	0.5	2.5E+05	
		154.69	45.07	4.77	0.5	2.6E+05	
	0.30%	161.84	39.61	4.77	0.5	2.9E+05	2.72E+05
		163.28	31.02	5.5	0.5	2.6E+05	
		158.48	26.84	5.48	0.5	2.6E+05	
	0.50%	160.63	17.18	6.13	0.5	2.5E+05	2.54E+05
		156.98	48.32	4.91	0.5	2.5E+05	
		165.46	50.12	4.91	0.5	2.6E+05	
	0.70%	158.48	15.5	5.94	0.5	2.6E+05	2.57E+05
		161.65	25.84	5.64	0.5	2.6E+05	
		156.73	42.26	5.17	0.5	2.5E+05	
0.65	0.00%	135.81	31.91	6.1	0.5	1.9E+05	2.59E+05
		136.48	35.74	4	0.5	2.9E+05	
		132.5	39.09	3.59	0.5	3.0E+05	
	0.30%	142.5	30.82	4.84	0.5	2.6E+05	2.43E+05
		144.95	36.51	5.5	0.5	2.2E+05	
		144.31	44.14	4.43	0.5	2.5E+05	
	0.50%	137.94	30.22	5.04	0.5	2.4E+05	2.36E+05
		134.02	14.23	4.68	0.5	2.9E+05	
		137.4	29.01	6.38	0.5	1.8E+05	
	0.70%	135.13	27.55	4.33	0.5	2.8E+05	2.79E+05
		133.37	44.09	3.72	0.5	2.8E+05	
		134.67	31.48	4.22	0.5	2.8E+05	
0.70	0.00%	123.69	42.95	3.48	0.5	2.7E+05	2.71E+05
		124.23	14.5	4.3	0.5	2.9E+05	
		156.98	47.14	4.84	0.5	2.5E+05	
	0.30%	134.67	14.96	4.94	0.5	2.7E+05	2.68E+05
		132.68	45.91	3.86	0.5	2.6E+05	
		132.93	33.5	4.11	0.5	2.8E+05	
	0.50%	132.07	8.95	4.89	0.5	2.8E+05	2.74E+05
		130.1	13.99	4.83	0.5	2.7E+05	
		130.28	42.95	3.71	0.5	2.7E+05	
	0.70%	125.85	8.23	5.72	0.5	2.3E+05	2.53E+05
		128.8	35.35	3.98	0.5	2.7E+05	
		127.77	14.5	4.75	0.5	2.7E+05	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

7.5 CUADROS Y GRAFICOS COMPARATIVOS DEL CONCRETO FRESCO

ITEM N°	DESCRIPCIÓN
7.6	CUADRO COMPARATIVO DE ANALISIS DE ENSAYOS DEL CONCRETO(Parte 1).
7.7	CUADRO COMPARATIVO DE ANALISIS DE ENSAYOS DEL CONCRETO(Parte 2).
7.1	GRAFICO DE LA VARIACIÓN DEL INDICE DE FLUIDEZ VS % DE ADICION DE ADITIVO.
7.2	GRAFICO DE LA VARIACIÓN DE LA EXUDACIÓN VS % DE ADICION DE ADITIVO.
7.3	GRAFICO DE LA VARIACIÓN DEL PESO UNITARIO VS % DE ADICION DE ADITIVO.
7.4	GRAFICO DE LA VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE VS % DE ADICION DE ADITIVO.
7.5	GRAFICOS DE LA VARIACIÓN DEL FRAGUADO INICIAL VS % DE ADICION DE ADITIVO.
7.6	GRAFICOS DE LA VARIACIÓN DEL FRAGUADO FINAL VS % DE ADICION DE ADITIVO.

CUADRO N° 7.6

ANÁLISIS DE ENSAYOS DE CONCRETO AL ESTADO FRESCO
CUADRO COMPARATIVO

Relación a/c	% de Aditivo	Índice de Consistencia Mesa de Sacudidas (%)	Variación (%)	Índice de Consistencia como % del diseño normal	Exudación (%)	Variación (%)	Exudación como % del diseño normal	Peso Unitario (Kg/m ³)	Variación (Kg/m ³)	Peso Unitario como % del diseño normal
0.6	NORMAL	80.40		100	0.36		100.00	2383.62		100.00
	Adit(0.30%)	94.73	17.83	118	0.52	45.48	145.48	2393.55	9.93	100.42
	Adit(0.50%)	93.07	15.75	116	0.37	2.83	102.83	2382.20	-1.42	99.94
	Adit(0.70%)	93.11	15.80	116	0.54	52.28	152.28	2358.09	-25.53	98.93
0.65	NORMAL	84.33		100	0.54		100.00	2376.52		100.00
	Adit(0.30%)	92.65	9.87	110	0.68	25.64	125.64	2394.96	18.44	100.78
	Adit(0.50%)	90.53	7.35	107	0.64	19.37	119.37	2388.58	12.06	100.51
	Adit(0.70%)	92.90	10.16	110	0.71	31.58	131.58	2372.27	-4.26	99.82
0.7	NORMAL	86.17		100	0.63		100.00	2379.36		100.00
	Adit(0.30%)	92.13	6.92	107	0.61	-3.45	96.55	2395.67	16.31	100.69
	Adit(0.50%)	91.40	6.07	106	0.64	1.82	101.82	2401.35	21.99	100.92
	Adit(0.70%)	90.37	4.87	105	0.82	31.07	131.07	2377.23	-2.13	99.91

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° 7.7

ANÁLISIS DE ENSAYOS DE CONCRETO AL ESTADO FRESCO
CUADRO COMPARATIVO

Relación a/c	% de Aditivo	Contenido de aire M.Gravimetrico (%)	Variación (%)	Contenido de aire como % del diseño normal	Fragua					
					Inicial (h:m)	Tiempo de Retardo (h:m)	% respecto al diseño normal	Final (h:m)	Tiempo de Retardo (h:m)	% respecto al diseño normal
0.60	NORMAL	1.22		100.00	04:35		100.00	05:36		100.00
	Adit(0.30%)	2.42	98.66	198.66	05:04	00:29	111.00	06:22	00:46	114.00
	Adit(0.50%)	2.47	102.72	202.72	05:24	00:49	118.00	06:12	00:36	111.00
	Adit(0.70%)	1.93	58.55	158.55	05:07	00:32	112.00	06:30	00:54	116.00
0.65	NORMAL	0.78		100.00	04:41		100.00	06:06		100.00
	Adit(0.30%)	2.28	192.55	292.55	05:33	00:52	119.00	07:07	01:01	117.00
	Adit(0.50%)	2.34	200.56	300.56	05:03	00:22	108.00	06:27	00:21	106.00
	Adit(0.70%)	1.94	148.70	248.70	05:06	00:25	109.00	06:56	00:50	114.00
0.70	NORMAL	0.71		100.00	05:32		100.00	06:40		100.00
	Adit(0.30%)	2.13	197.83	297.83	06:02	00:30	109.00	07:21	01:15	110.00
	Adit(0.50%)	2.54	256.55	356.55	06:10	00:38	111.00	07:29	01:23	112.00
	Adit(0.70%)	1.90	166.49	266.49	06:09	00:37	111.00	07:25	01:19	111.00

LEYENDA

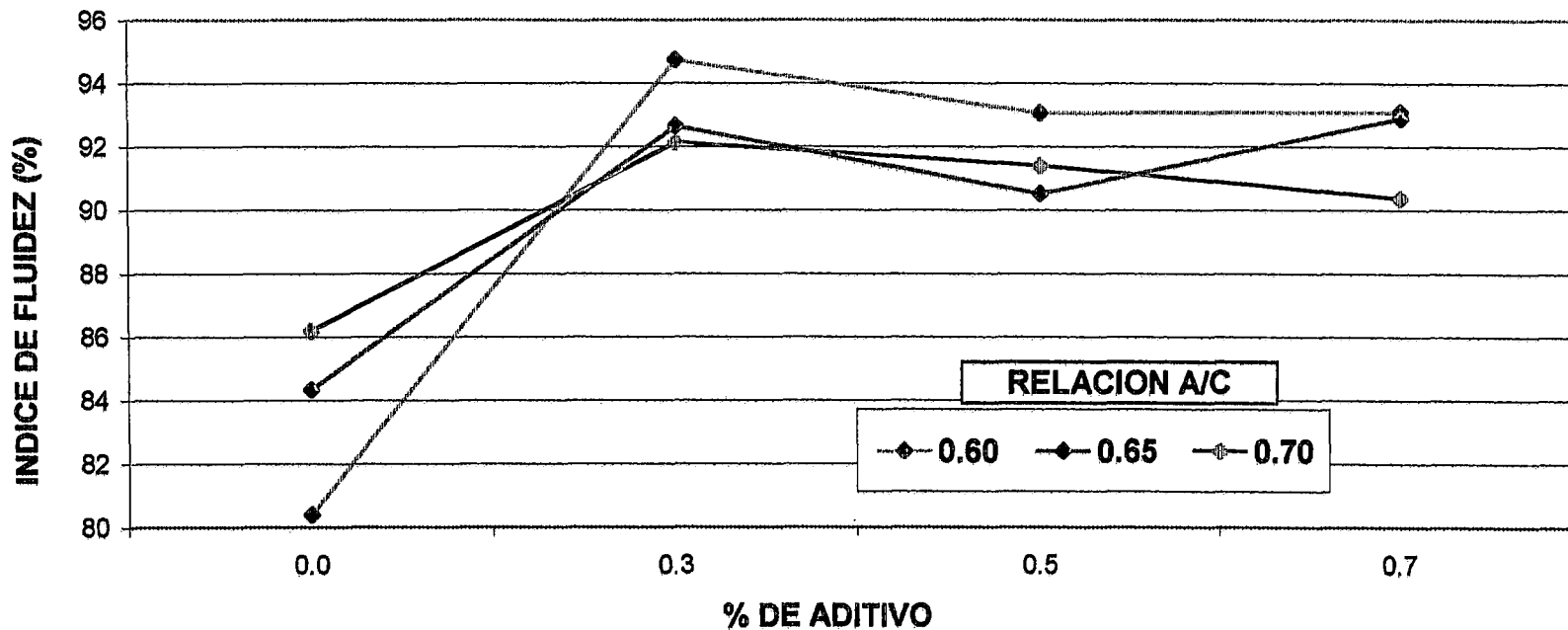
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 7.1
VARIACION DEL INDICE DE FLUIDEZ VS % ADITIVO



LEYENDA

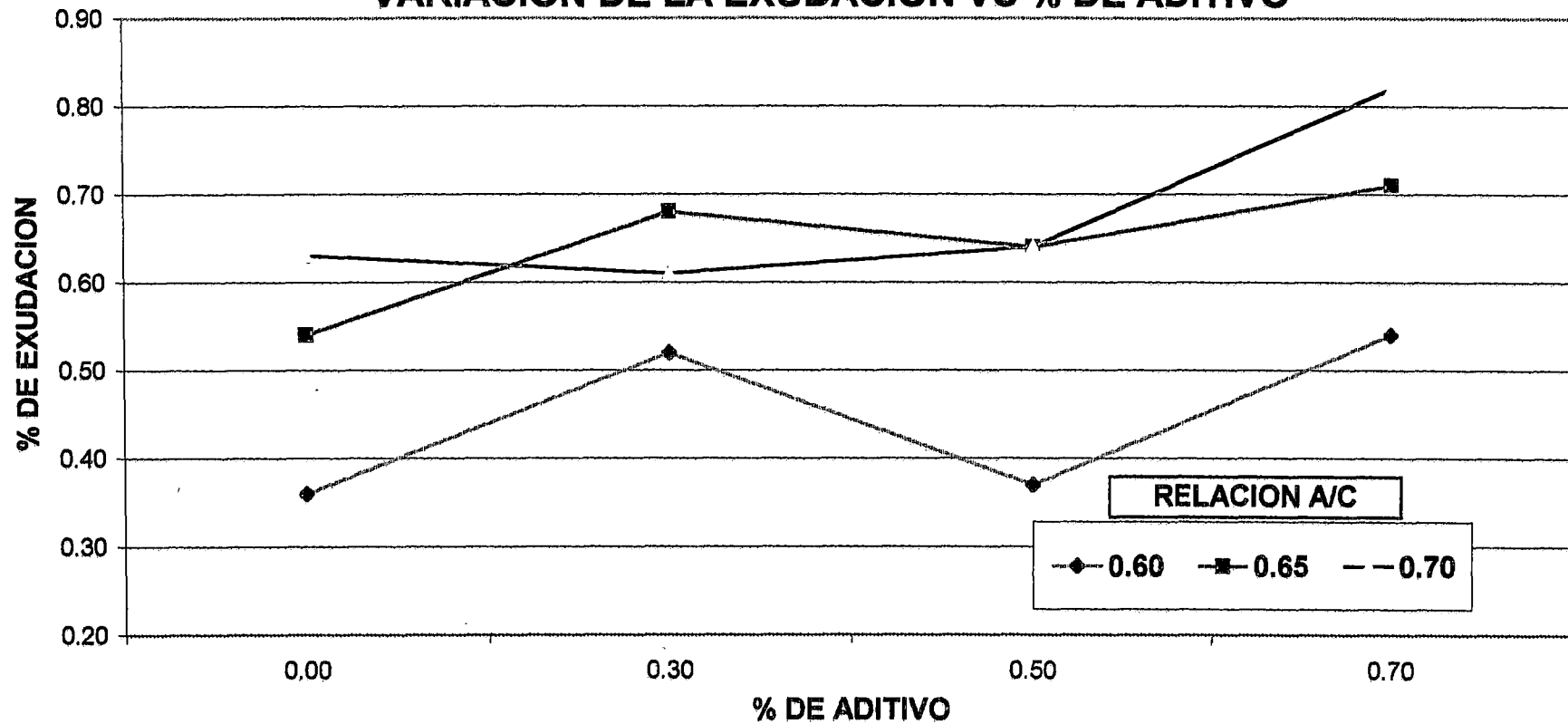
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 7.2
VARIACION DE LA EXUDACION VS % DE ADITIVO



LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

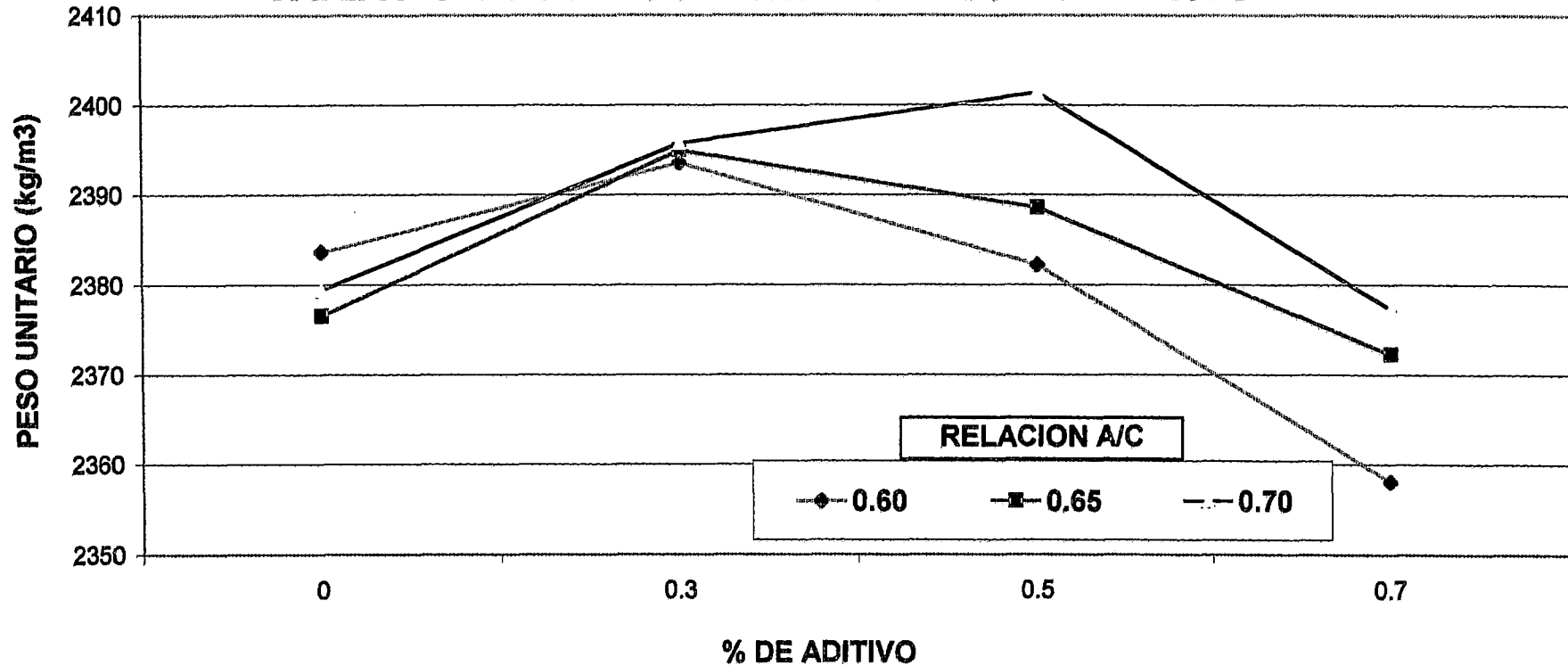
Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 7.3

VARIACION DEL PESO UNITARIO VS. % DE ADITIVO



LEYENDA

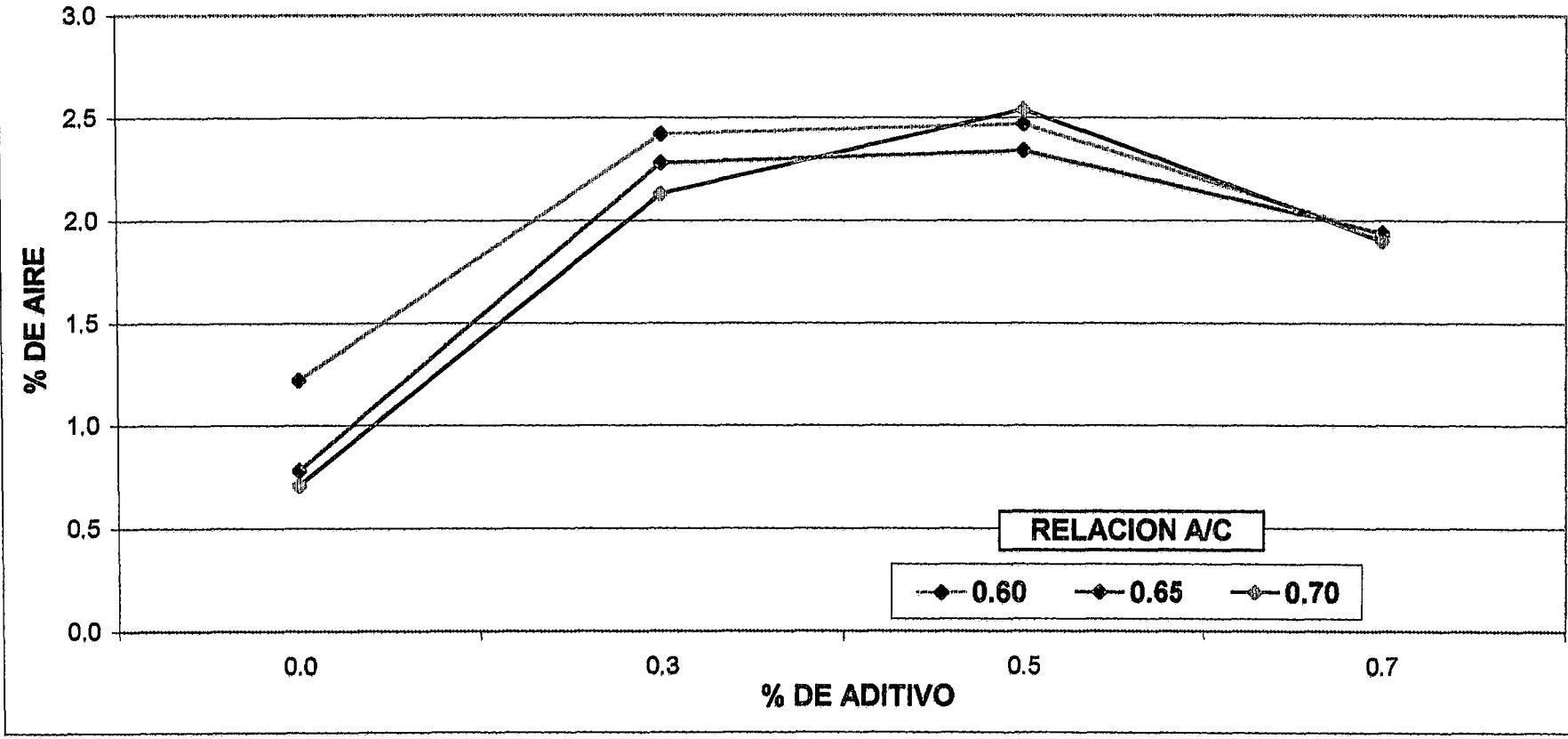
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 7.4
VARIACION DEL CONTENIDO DE AIRE VS % DE ADITIVO



LEYENDA

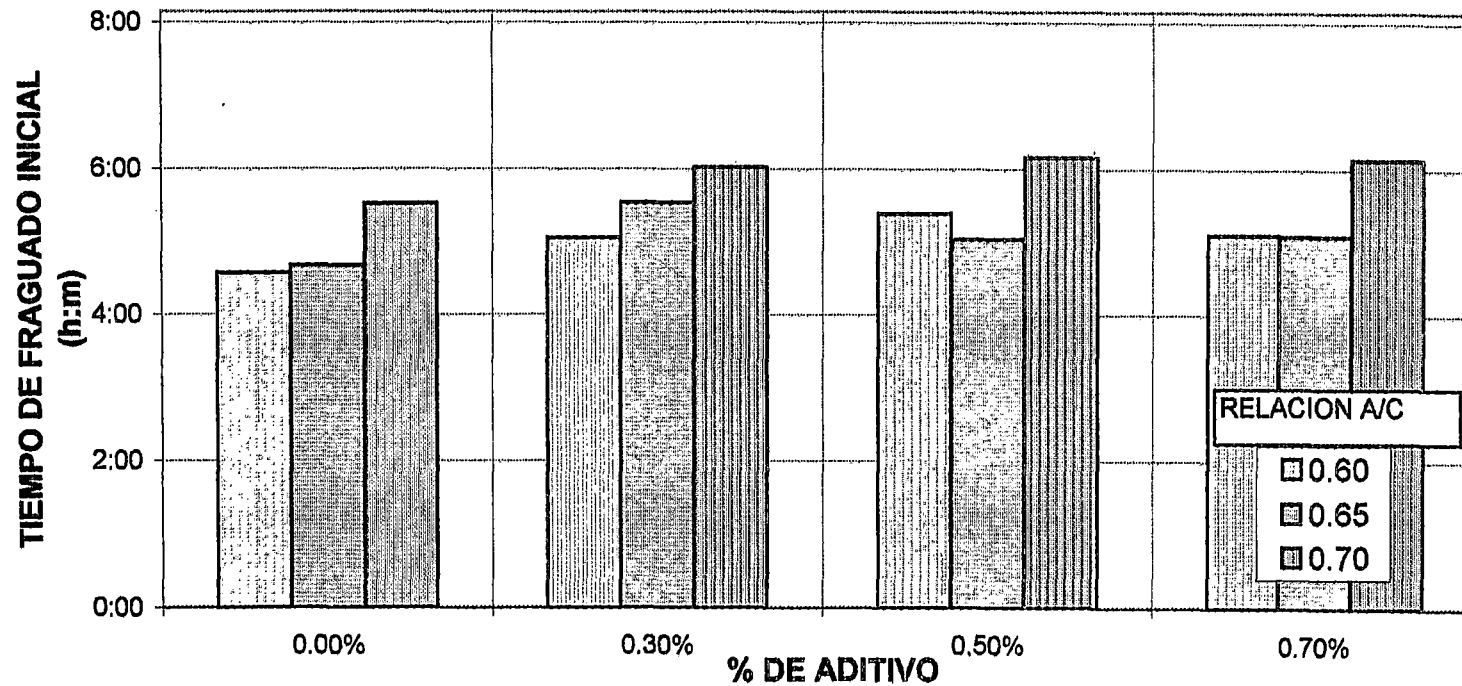
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 7.5
VARIACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL VS % DE ADITIVO



LEYENDA

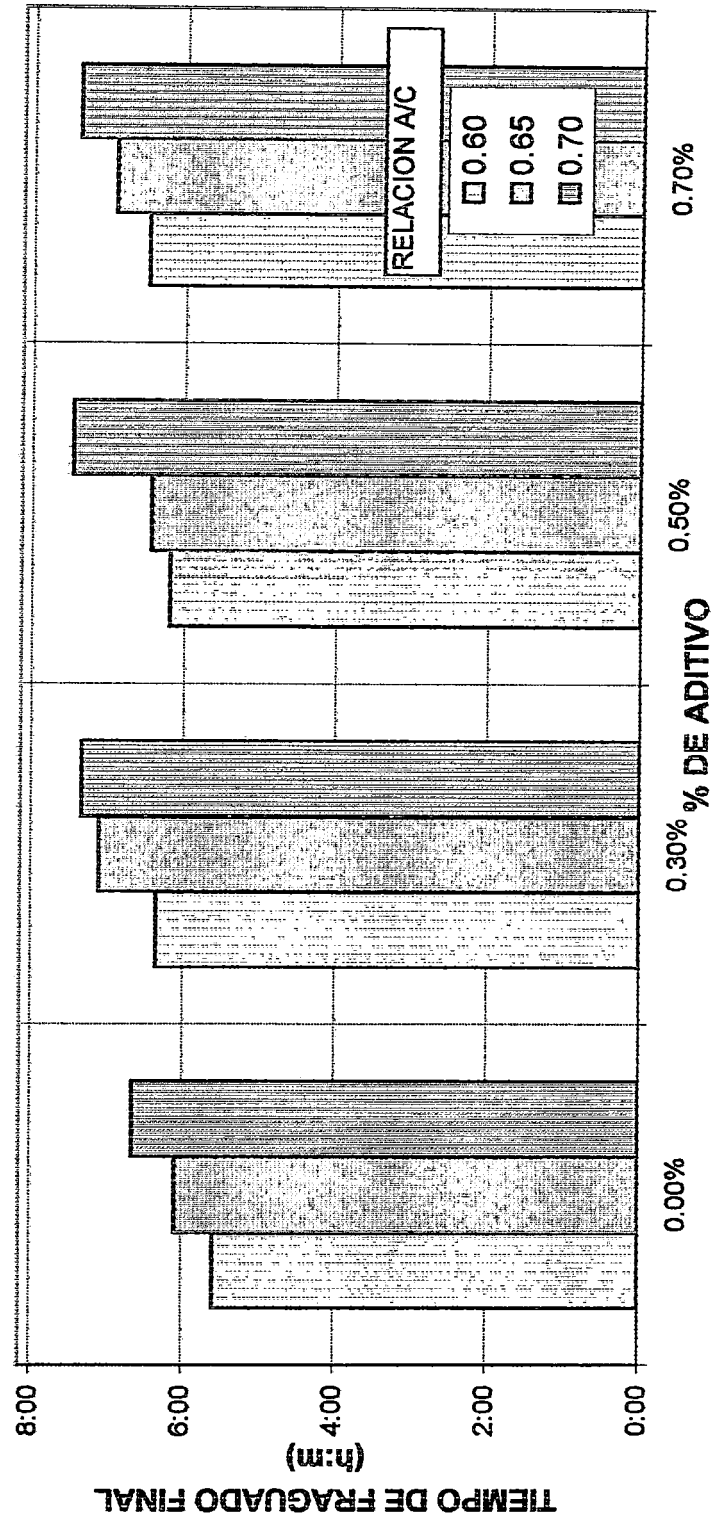
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 7.6
VARIACION DEL TIEMPO DE FRAGUADO FINAL VS % DE ADITIVO



LEYENDA
 Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida
 Procedencia: Cantera "La Gloria"
 Aditivo: Plastiment HE 98
 Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

7.6 CUADROS Y GRAFICOS COMPARATIVOS DEL CONCRETO ENDURECIDO

ITEM N°	DESCRIPCIÓN
7.8	CUADRO DE VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO NORMAL.
7.9	CUADRO DE VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION RESPECTO A LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LOS 28 DIAS.
7.7	GRAFICO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON Y SIN ADITIVO PARA A/C = 0.60
7.8	GRAFICO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON Y SIN ADITIVO PARA A/C = 0.65
7.9	GRAFICO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON Y SIN ADITIVO PARA A/C = 0.70
8.0	GRAFICO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION VS PORCENTAJE DE ADITIVO PARA A/C = 0.60
8.1	GRAFICO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION VS PORCENTAJE DE ADITIVO PARA A/C = 0.65
8.2	GRAFICO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION VS PORCENTAJE DE ADITIVO PARA A/C = 0.70
8.3	GRAFICO COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS VS RELACION A/C
8.4	GRAFICO COMPARATIVO DE CANTIDAD DE AGUA VS DOSIFICACIÓN DE ADITIVO.
8.0	CUADROS COMPARATIVOS DE PORCENTAJE DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS RESPECTO AL CONCRETO PATRON.
8.1	CUADROS COMPARATIVOS DE PORCENTAJE DE MODULO ELÁSTICO ESTATICO RESPECTO AL CONCRETO PATRON.
8.5	GRAFICO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS VS % DE ADITIVO.

- 8.6 GRAFICO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS VS % DE ADITIVO PARA A/C = 0.60.
- 8.7 GRAFICO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS VS % DE ADITIVO PARA A/C = 0.65.
- 8.8 GRAFICO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN A LOS 28 DIAS VS % DE ADITIVO PARA A/C = 0.70.
- 8.9 GRAFICO COMPARATIVO DE MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO A LOS 28 DIAS VS % DE ADITIVO.
- 9.0 GRAFICO COMPARATIVO DEL MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO A LOS 28 DIAS VS % DE ADITIVO PARA A/C = 0.60.
- 9.1 GRAFICO COMPARATIVO DEL MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO A LOS 28 DIAS VS % DE ADITIVO PARA A/C = 0.65.
- 9.2 GRAFICO COMPARATIVO DEL MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO A LOS 28 DIAS VS % DE ADITIVO PARA A/C = 0.70.

CUADRO N° 7.8

ENSAYO DE COMPRESION

VARIACION PORCENTUAL DE RESISTENCIA A LA COMPRESION RESPECTO AL CONCRETO NORMAL

VARIANTES		% DE RESISTENCIA A LA COMPRESION			Reducción de agua	a/c efectiva
		EDAD (días)				
Mezcla	% DE Aditivo	7	14	28		
A/C = 0.60						
B1	0.00	100%	100%	100%		0.60
B2	0.30	115%	109%	114%	7.90%	0.53
B3	0.50	118%	105%	111%	9.00%	0.52
B4	0.70	118%	104%	110%	8.80%	0.52
A/C = 0.65						
B5	0.00	100%	100%	100%		0.65
B6	0.30	109%	112%	113%	7.00%	0.58
B7	0.50	110%	110%	108%	8.50%	0.57
B8	0.70	107%	108%	106%	8.70%	0.57
A/C = 0.70						
B9	0.00	100%	100%	100%		0.70
B10	0.30	104%	105%	115%	7.00%	0.64
B11	0.50	108%	108%	113%	7.20%	0.64
B12	0.70	108%	106%	110%	7.70%	0.63

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° 7.9

ENSAYO DE COMPRESION

VARIACION PORCENTUAL DE RESISTENCIA A LA COMPRESION RESPECTO DE LOS 28 DIAS

VARIANTES		% DE RESISTENCIA A LA COMPRESION			Reducción de agua	a/c efectiva
		EDAD (días)				
Mezcla	% DE Aditivo	7	14	28		
A/C = 0.60						
B1	0.00	72.08%	89.57%	100.00%		0.60
B2	0.30	76.68%	90.26%	100.00%	7.90%	0.53
B3	0.50	81.66%	90.26%	100.00%	9.00%	0.52
B4	0.70	81.89%	89.76%	100.00%	8.80%	0.52
A/C = 0.65						
B5	0.00	78.05%	93.31%	100.00%		0.65
B6	0.30	79.25%	90.98%	100.00%	7.00%	0.58
B7	0.50	84.21%	93.63%	100.00%	8.50%	0.57
B8	0.70	83.05%	94.18%	100.00%	8.70%	0.57
A/C = 0.70						
B9	0.00	77.55%	89.43%	100.00%		0.70
B10	0.30	70.36%	84.45%	100.00%	7.00%	0.64
B11	0.50	74.74%	88.74%	100.00%	7.20%	0.64
B12	0.70	76.73%	89.97%	100.00%	7.70%	0.63

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

COMPARACION GRAFICA DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DEL CONCRETO NORMAL Y CON ADITIVO

GRAFICO N° 7.7

RESISTENCIA A LA COMPRESION A/C = 0.60

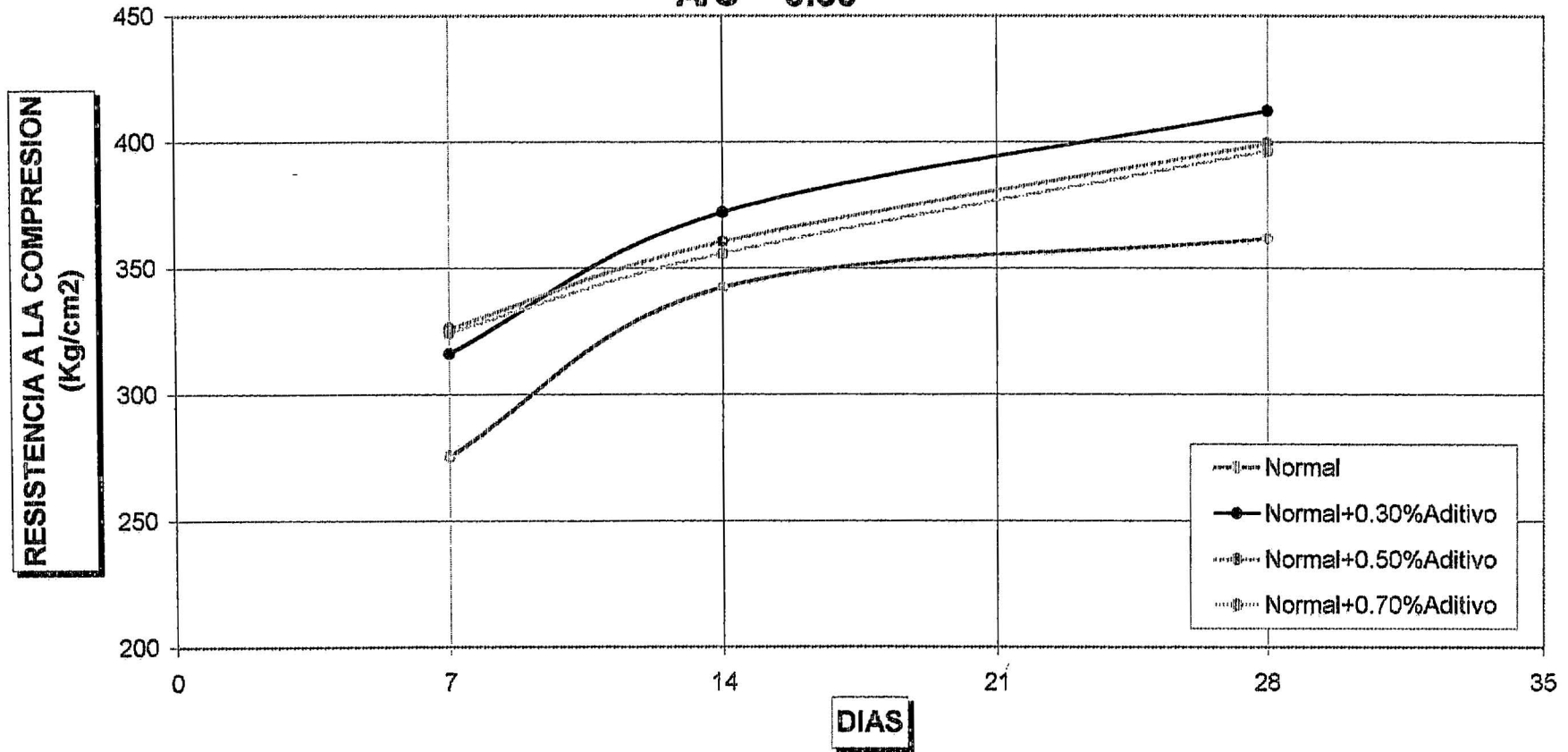


GRAFICO N° 7.8
RESISTENCIA A LA COMPRESION
A/C = 0.65

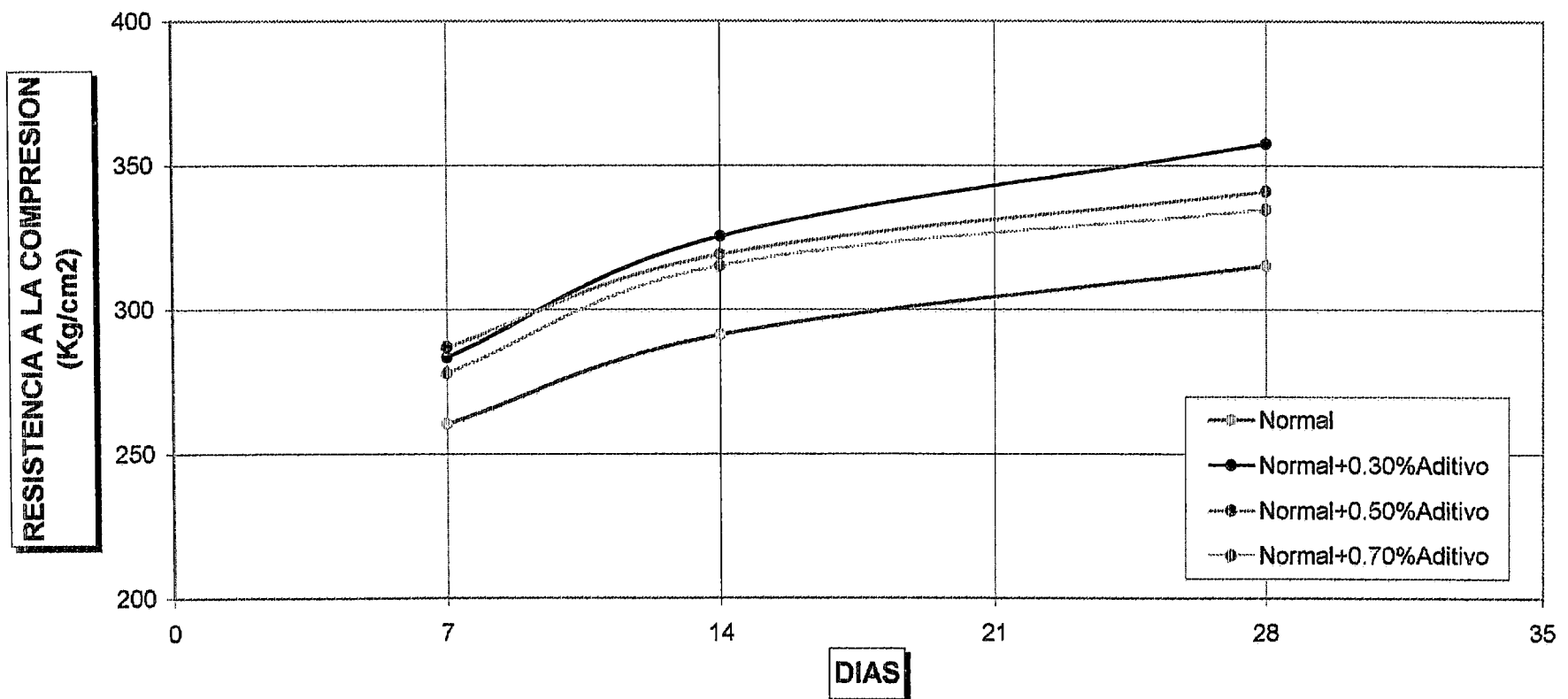
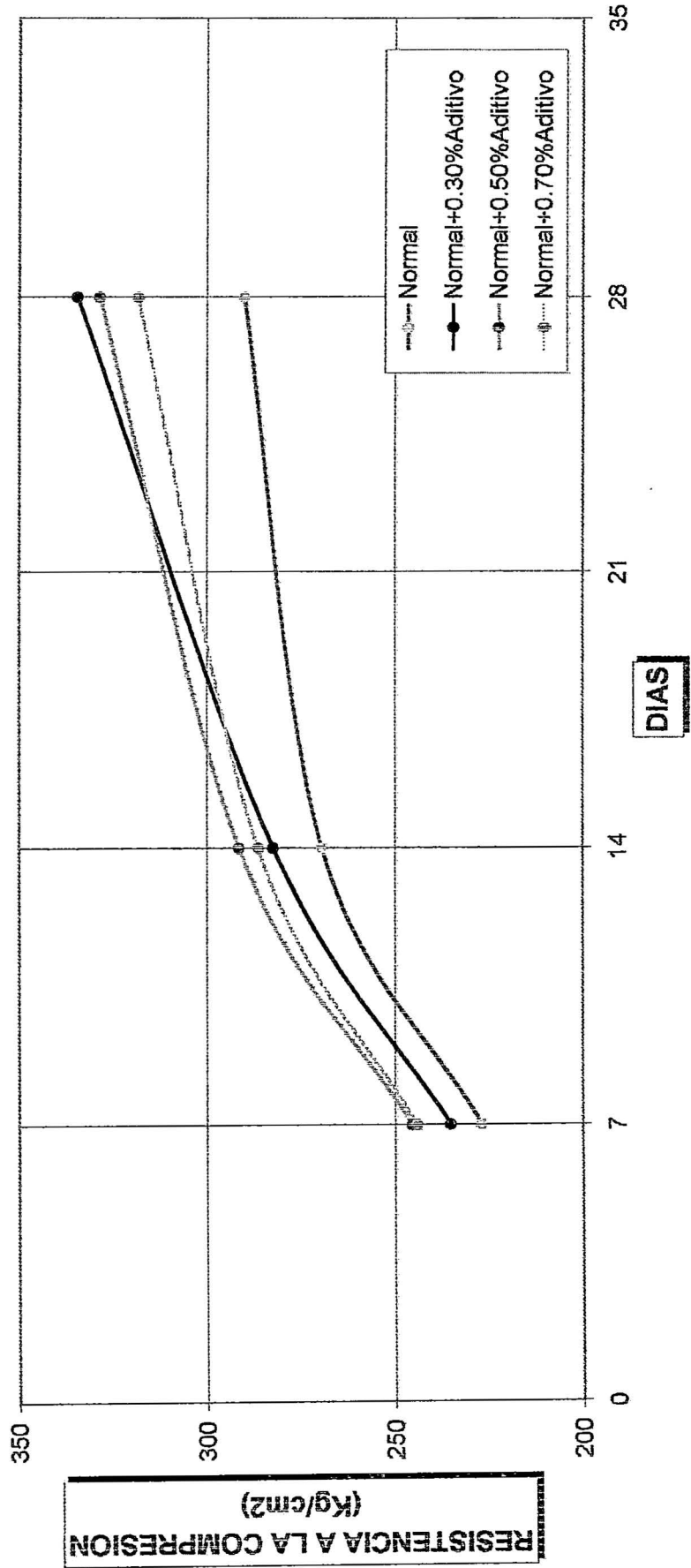


GRAFICO N° 7.9
RESISTENCIA A LA COMPRESION
A/C = 0.70



COMPARACION GRAFICA DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION VS PORCENTAJE DE ADITIVO

GRAFICO N° 8.0

RESISTENCIA A LA COMPRESION VS % DE ADITIVO

A/C = 0.60

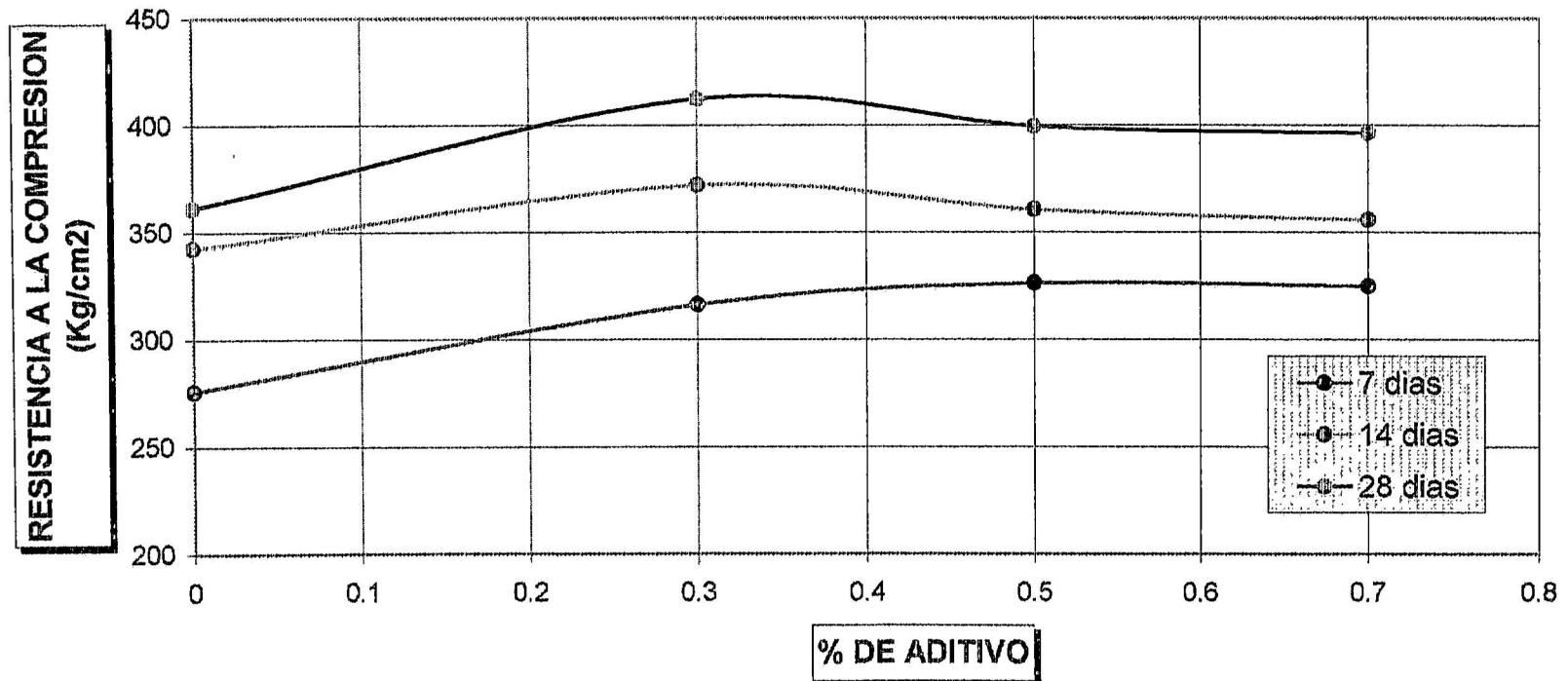


GRAFICO N° 8.1
RESISTENCIA A LA COMPRESION VS % DE ADITIVO
A/C = 0.65

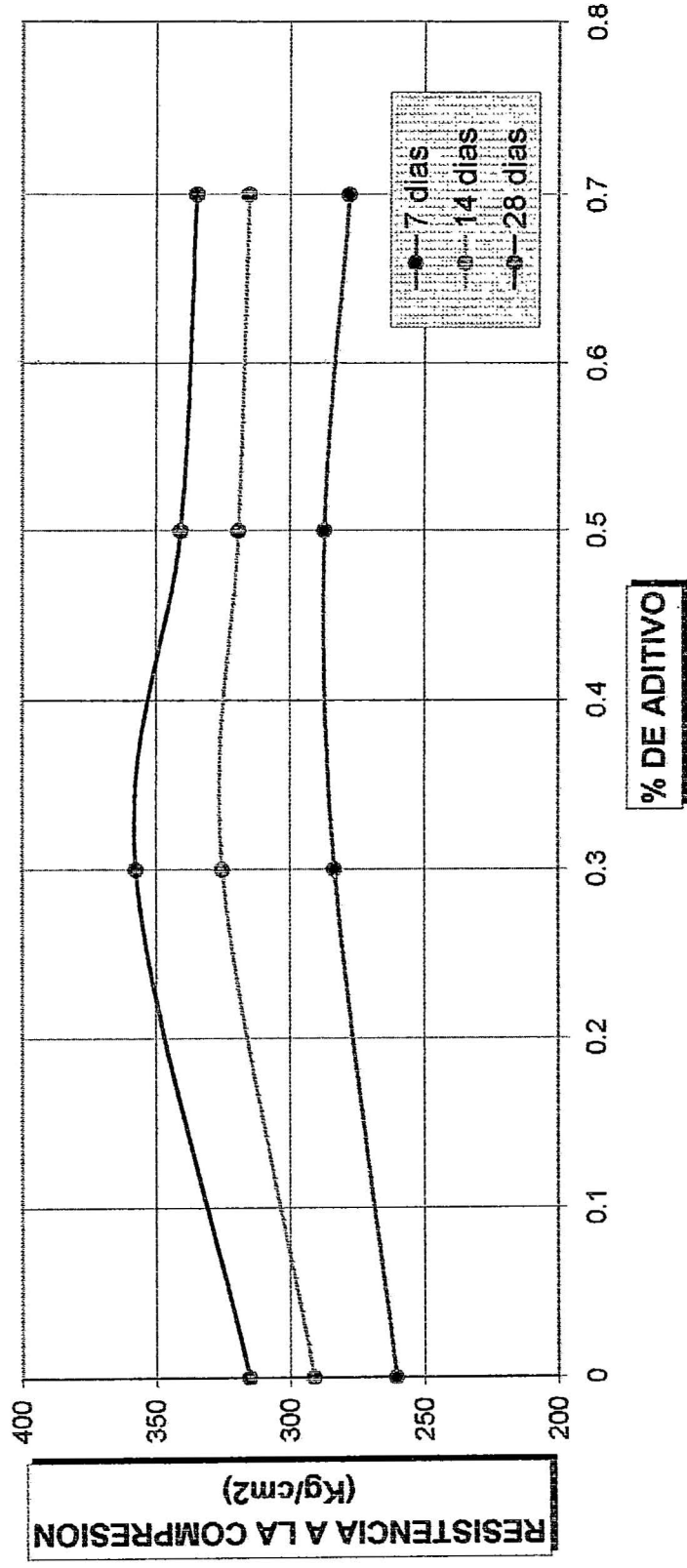


GRAFICO N° 8.2
RESISTENCIA A LA COMPRESION VS % DE ADITIVO
A/C = 0.70

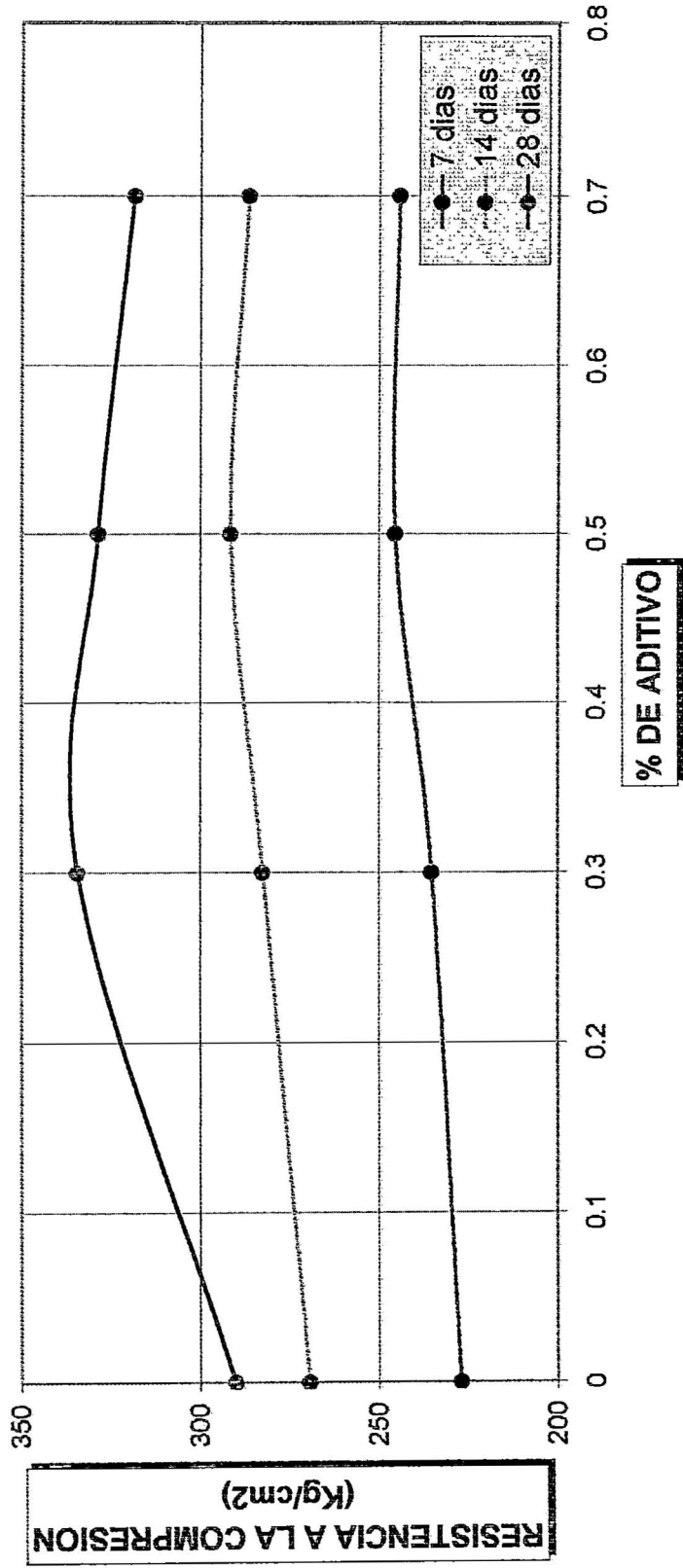


GRAFICO N° 8.3

RESISTENCIA A COMPRESION A LOS 28 DIAS VS % RELACION A/C

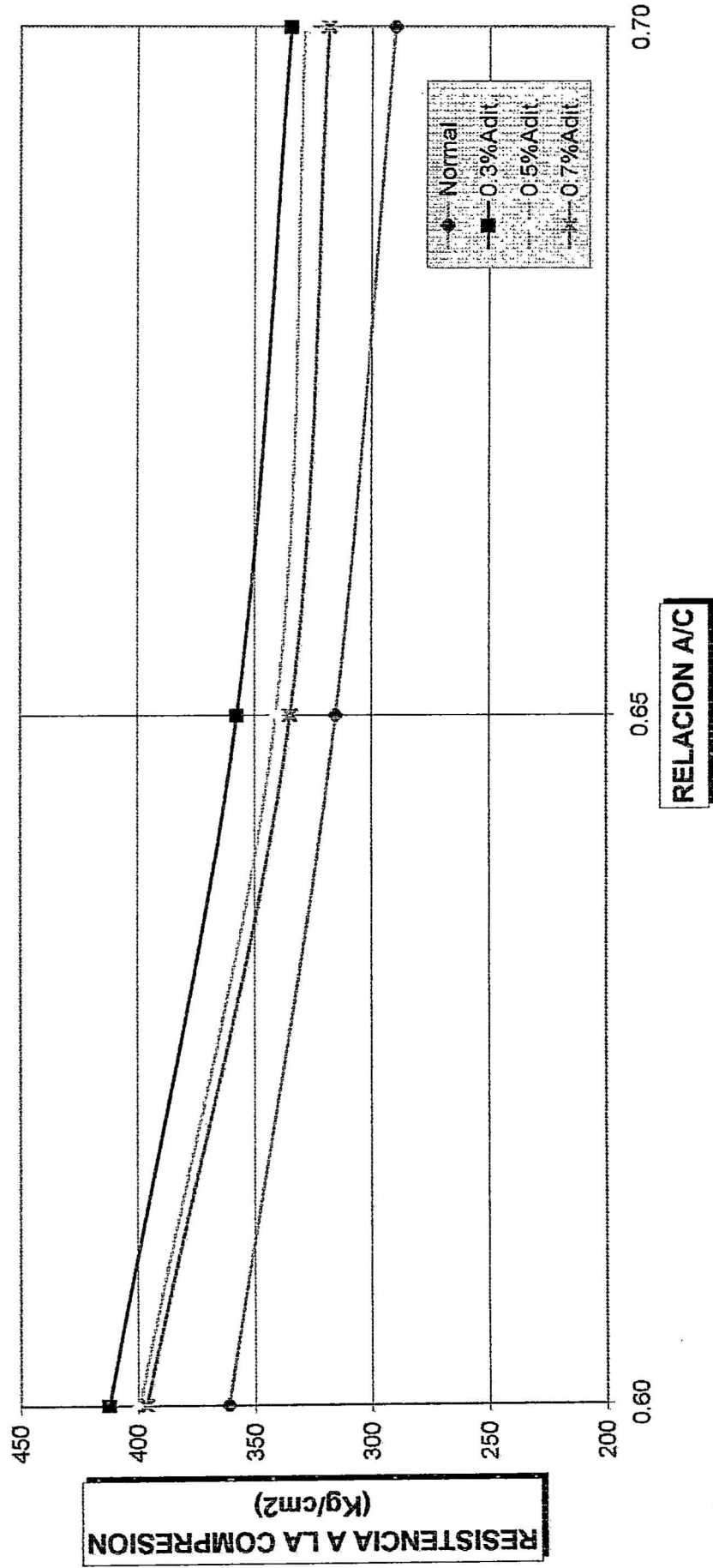
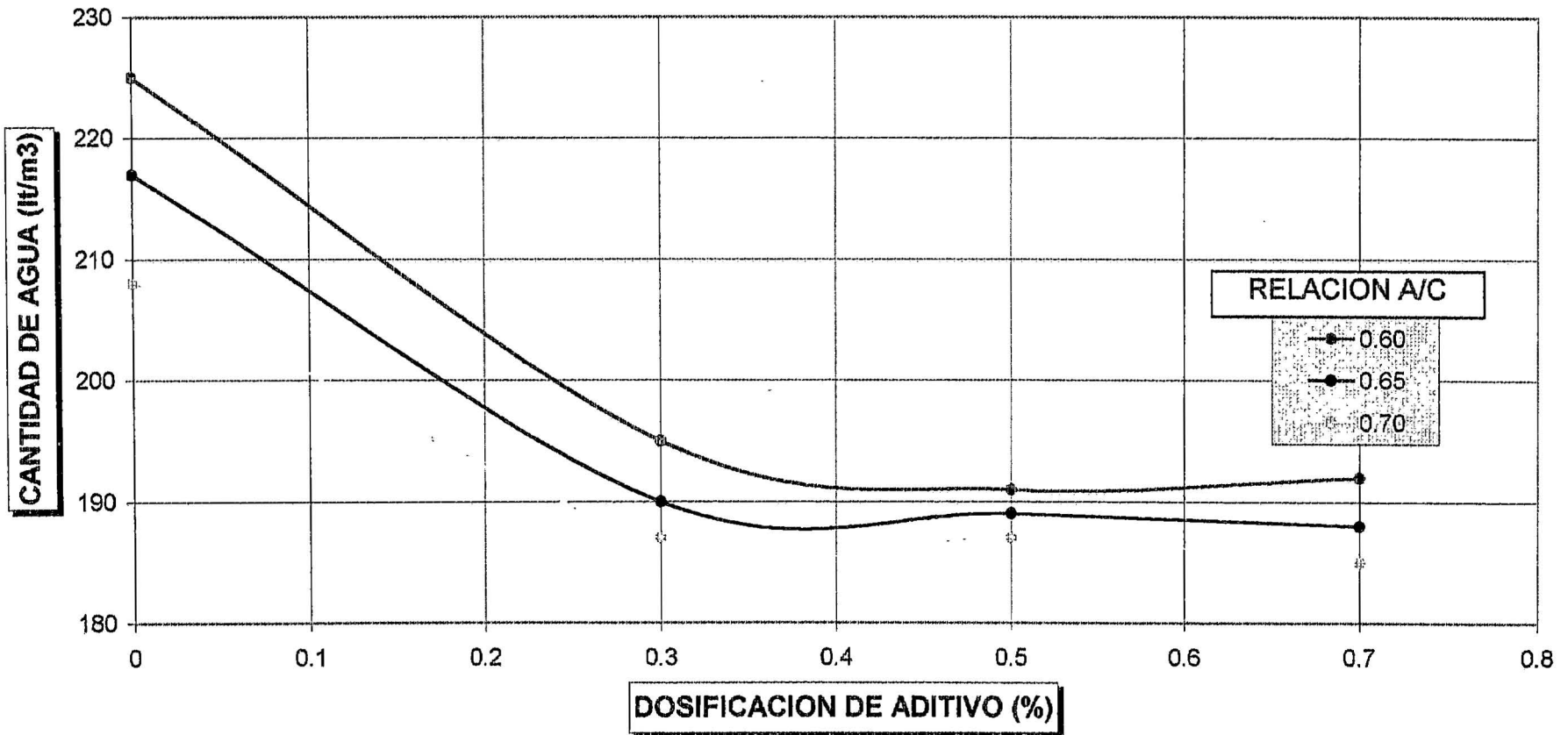


GRAFICO N° 8.4

CANTIDAD DE AGUA VS DOSIFICACION DE ADITIVO(%) PARA 1 M3 DE CONCRETO



CUADRO N° 8.0

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION
POR COMPRESION DIAMETRAL A LOS 28 DIAS**
CUADRO DE RESUMEN

N° Diseño	% de aditivo	f'cr (kg/cm ²)
<i>a/c = 0.60</i>		
1	0	28.5
2	0.3	30.6
3	0.5	31.7
4	0.7	30.7
<i>a/c = 0.65</i>		
5	0	26.8
6	0.3	29.1
7	0.5	30.5
8	0.7	28.1
<i>a/c = 0.70</i>		
9	0	25.0
10	0.3	26.2
11	0.5	27.3
12	0.7	25.8

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° 8.1

VARIACION PORCENTUAL DEL MODULO ELASTICO ESTATICO CON RESPECTO AL PATRON

Identificacion	a/c	% de Aditivo	Modulo Elastico Estatico (kg/cm ²)	Como % del Diseño patron
b1	0.60	0.0	2.54E+05	100.0%
b2		0.3	2.72E+05	107.1%
b3		0.5	2.54E+05	100.2%
b4		0.7	2.57E+05	101.4%
b5	0.65	0.0	2.59E+05	100.0%
b6		0.3	2.43E+05	94.0%
b7		0.5	2.36E+05	91.3%
b8		0.7	2.79E+05	107.7%
b9	0.70	0.0	2.71E+05	100.0%
b10		0.3	2.68E+05	98.8%
b11		0.5	2.74E+05	101.0%
b12		0.7	2.53E+05	93.6%

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 8.5
RESISTENCIA A LA TRACCION vs PORCENTAJE DE ADITIVO
EDAD: 28 DIAS

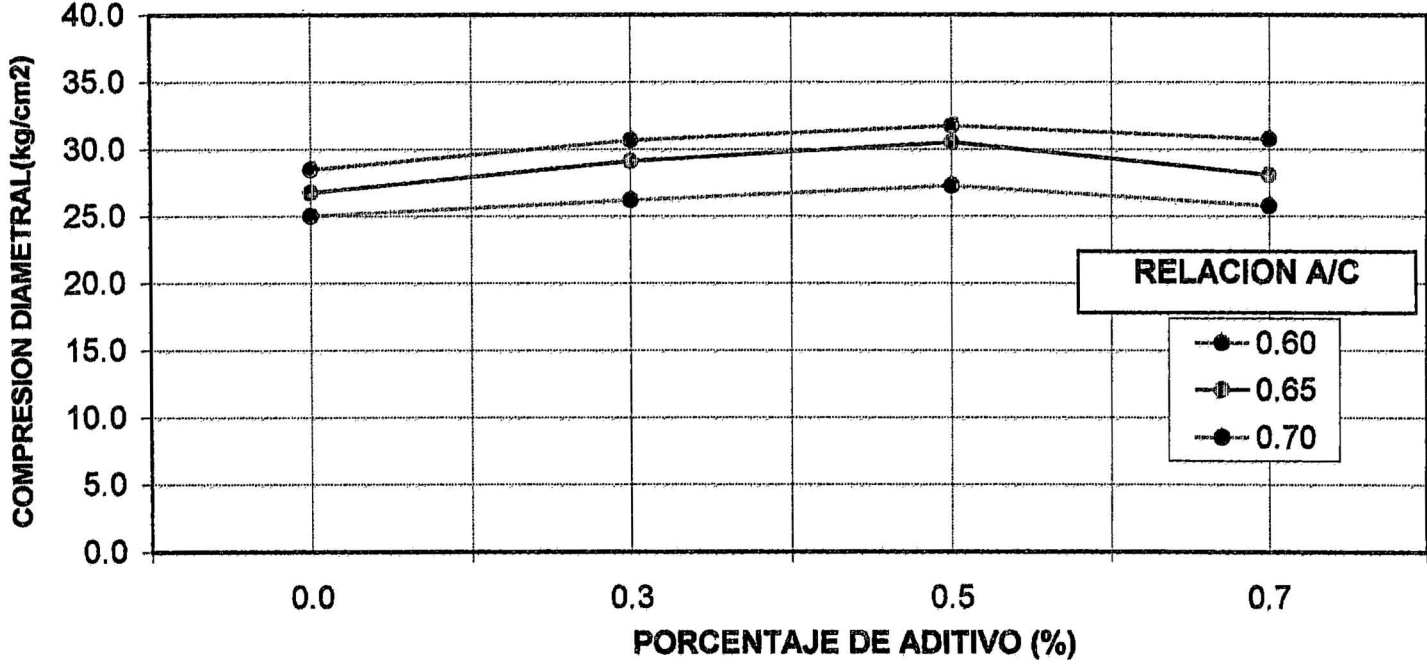
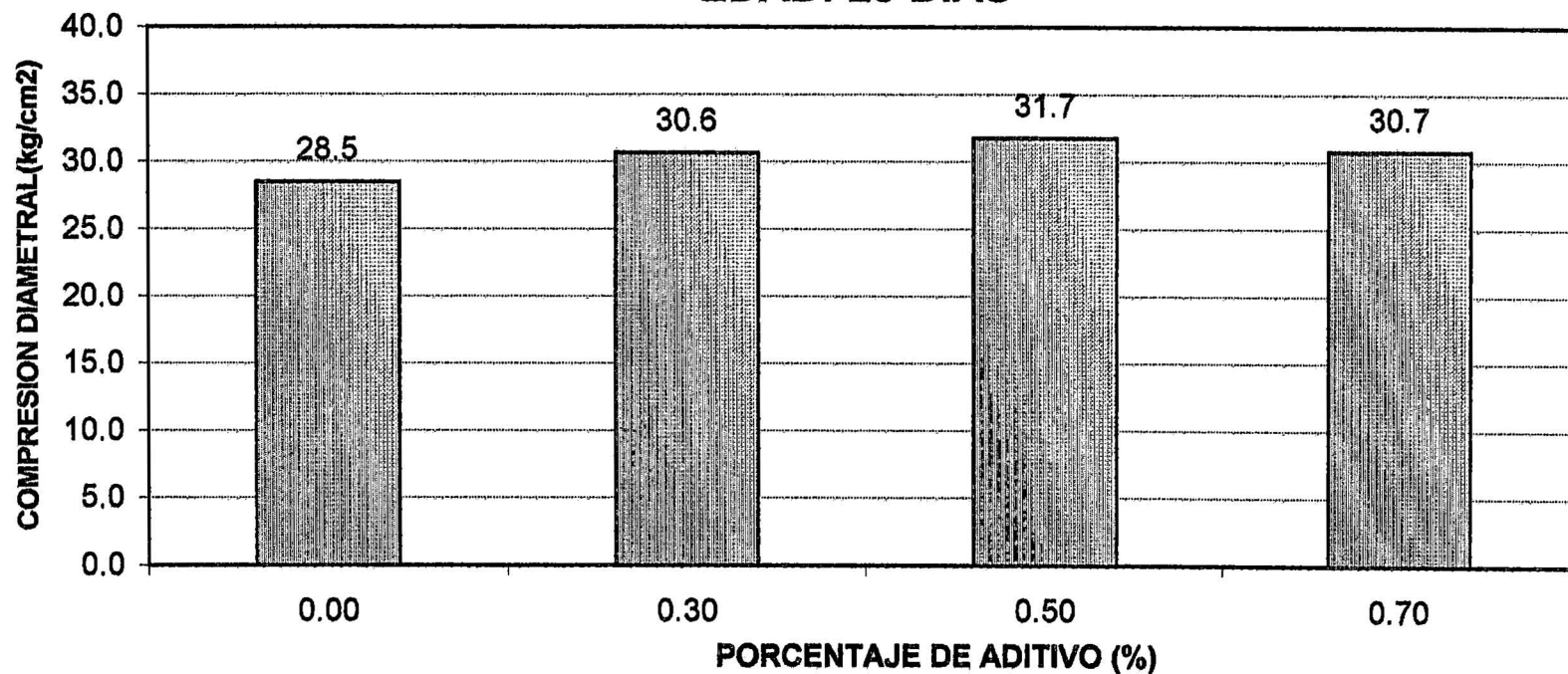


GRAFICO N° 8.6

RESISTENCIA A LA TRACCION vs PORCENTAJE DE ADITIVO EDAD: 28 DIAS



A/C = 0.60

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

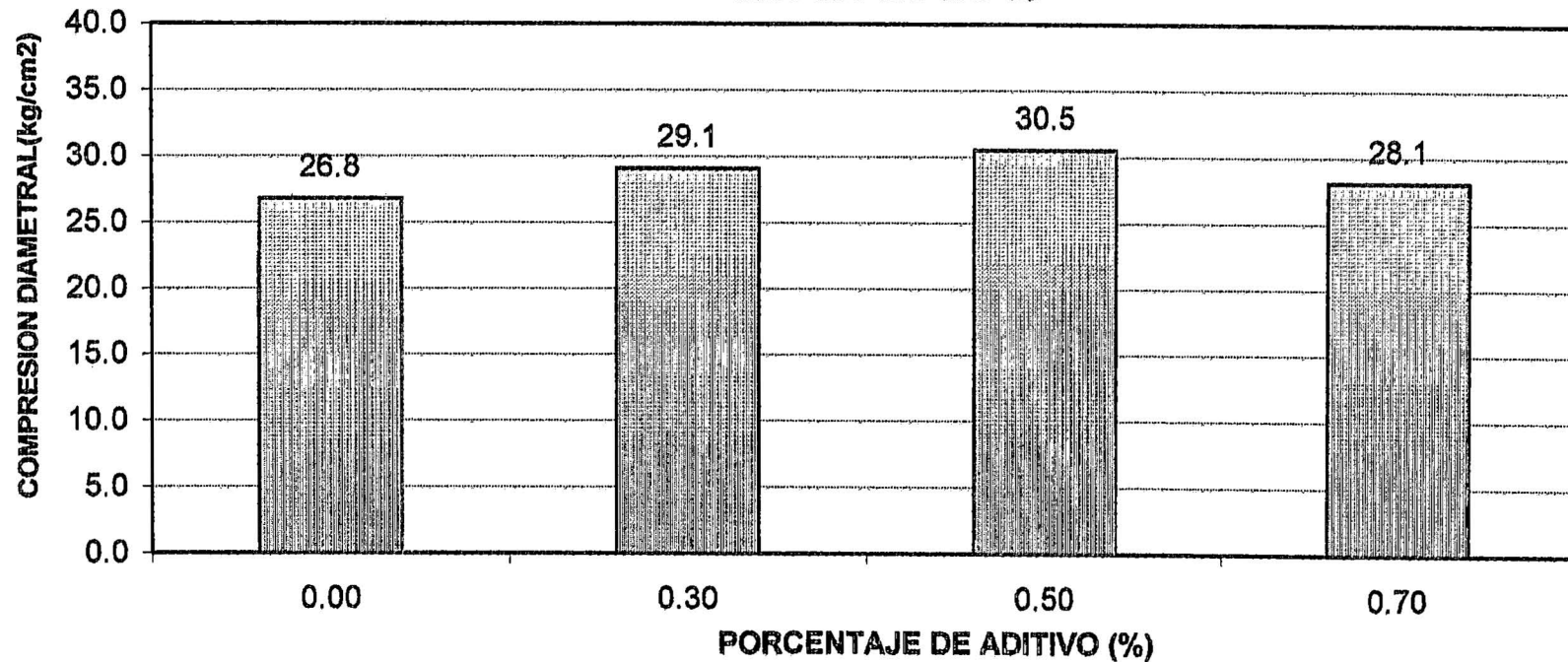
Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 8.7

RESISTENCIA A LA TRACCION vs PORCENTAJE DE ADITIVO EDAD: 28 DIAS



A/C = 0.65

LEYENDA

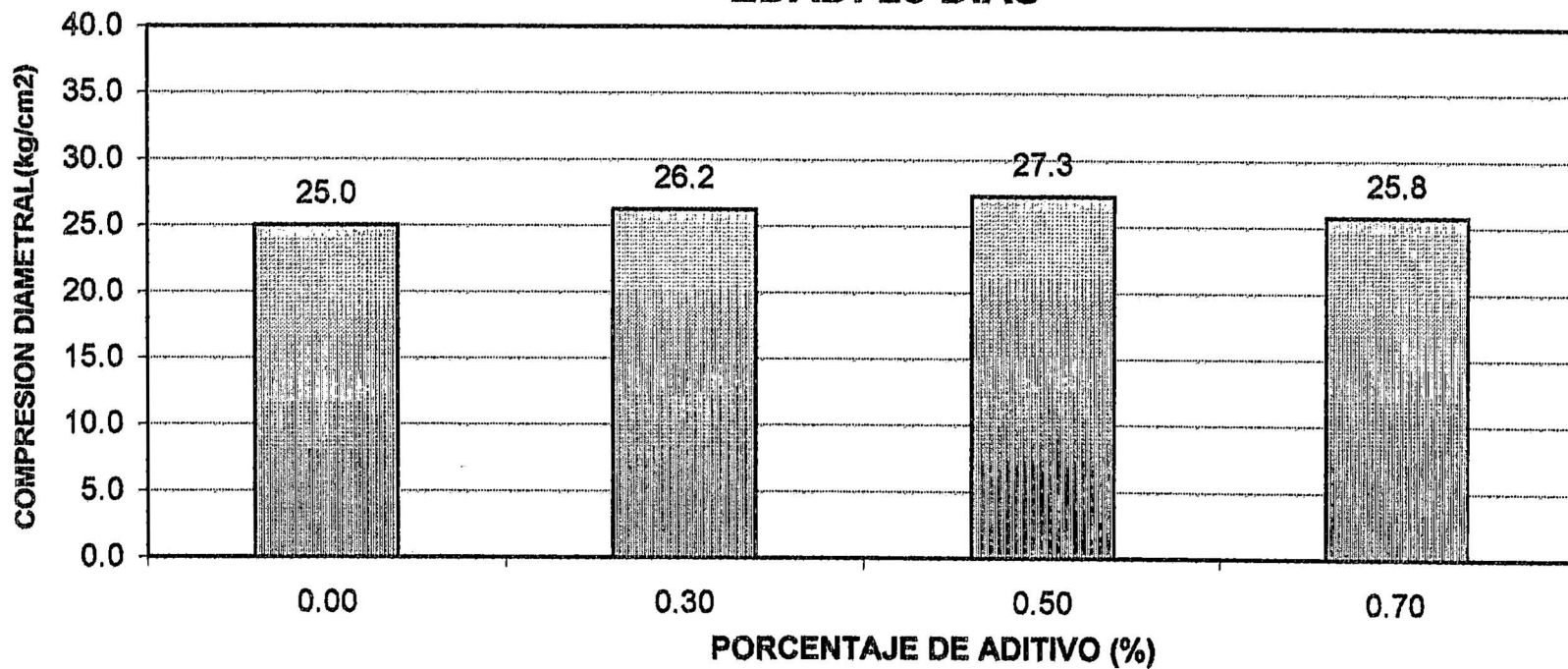
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 8.8
RESISTENCIA A LA TRACCION vs PORCENTAJE DE ADITIVO
EDAD: 28 DIAS



A/C = 0.70

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

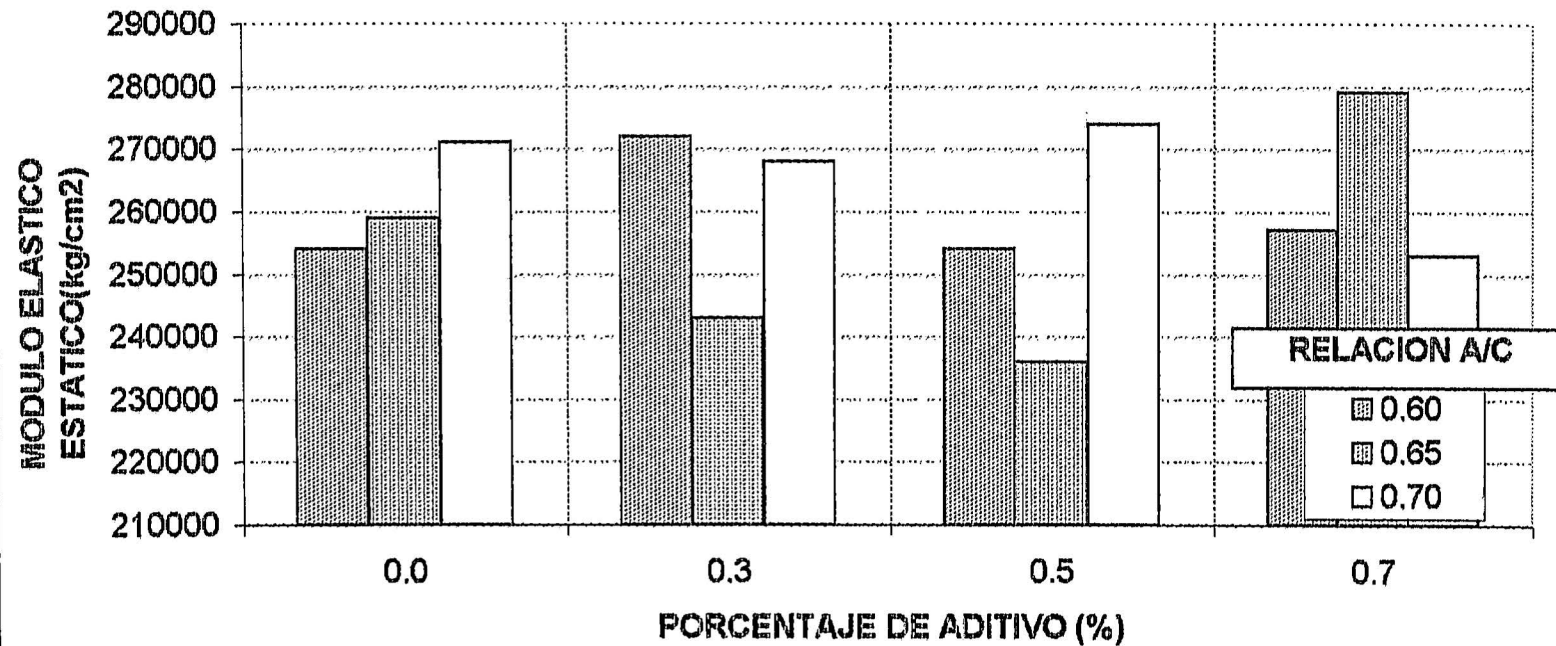
Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 8.9

MODULO ELASTICO ESTATICO vs % ADITIVO(a los 28 dias)



LEYENDA

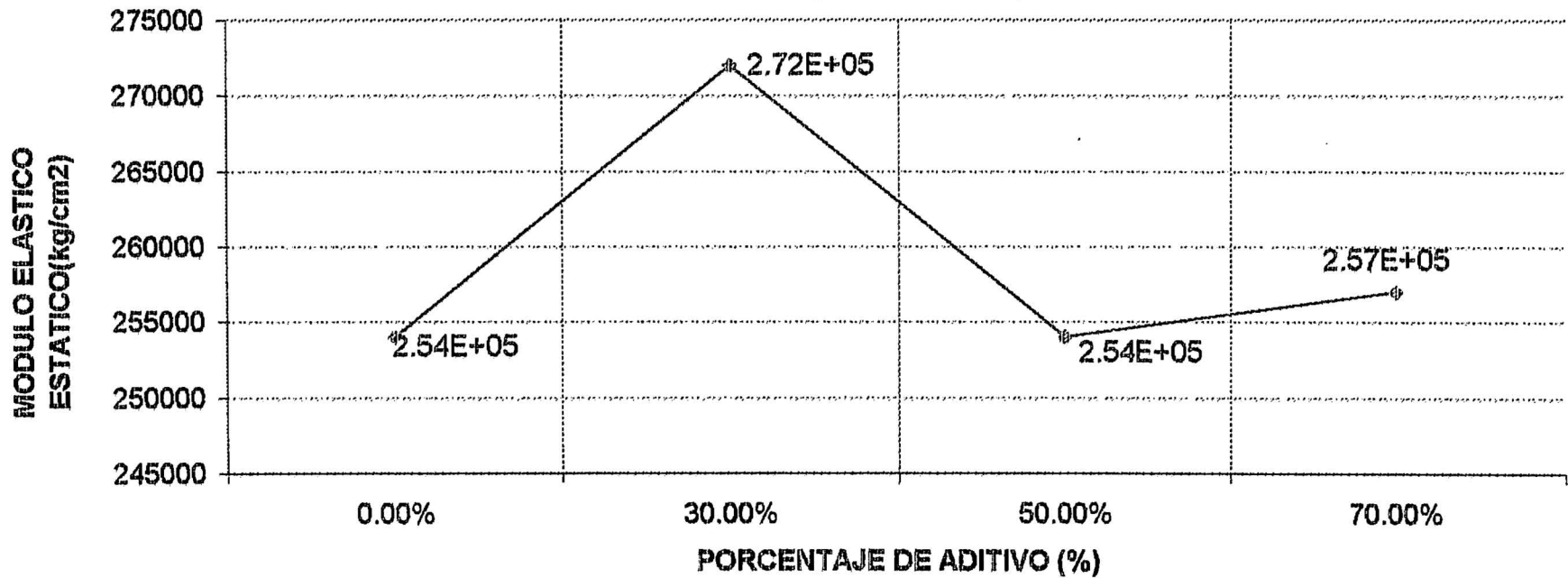
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 9.0
MODULO ELASTICO ESTATICO vs % ADITIVO(a los 28 dias)
A/C =0.60



LEYENDA

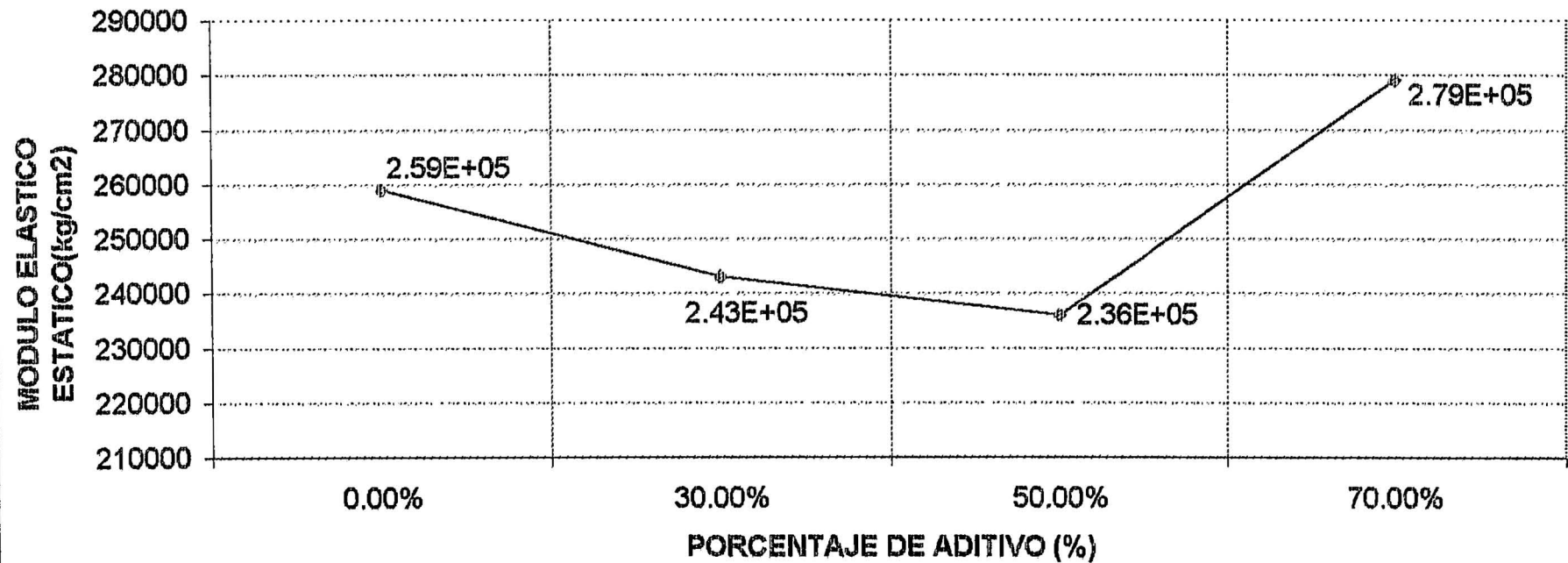
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 9.1
MODULO ELASTICO ESTATICO vs % ADITIVO(a los 28 dias)
A/C =0.65



LEYENDA

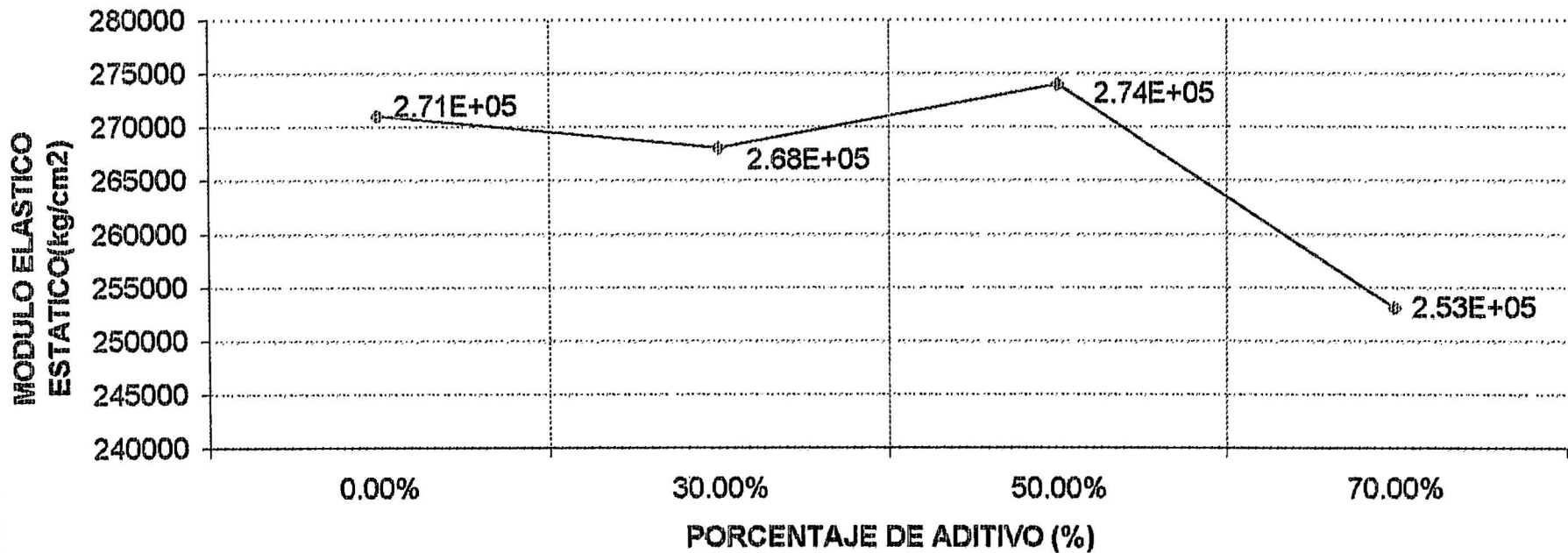
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

GRAFICO N° 9.2
MODULO ELASTICO ESTATICO vs % ADITIVO(a los 28 dias)
A/C =0.70



LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CAPITULO VIII

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS

ANALISIS DE RESULTADOS

8.1 GENERALIDADES

La presente tesis tiene como objetivo estudiar la influencia del aditivo PLASTIMENT HE-98 distribuido por SIKA PERU S.A en las propiedades físicas del concreto fresco y endurecido. Este capítulo es la esencia de la presente tesis ya que de este análisis obtendremos las conclusiones de la misma y podremos hacer las recomendaciones respectivas. Las propiedades del concreto fresco son: Consistencia (método del Cono), Fluidéz (método de Mesa de Sacudidas), exudación, peso unitario, contenido de aire y tiempo de fraguado; las del concreto endurecido son: Resistencia a la compresión, Resistencia a la tracción y Módulo elástico estático.

Se prepararon mezclas para realizar los ensayos en el concreto fresco y para el concreto endurecido igualmente pero se preparo probetas de concreto de tamaño standard de 6" x 12" para realizar las pruebas respectivas. Las dosificaciones del aditivo recomendadas por el fabricante son de 0.30 a 0.70% del peso del cemento; por lo cual los porcentajes de aditivo a ensayar son 0.30%, 0.50% y 0.70% del peso del cemento.

Los ensayos de la presente tesis de investigación se realizaron en el laboratorio de Ensayo de Materiales (L.E.M) de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Los agregados que se utilizaron fueron de la cantera "la Gloria".

8.2 ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO

8.2.1 REDUCCION DE AGUA:

a) Para la relación $a/c = 0.60$ y dosificación de aditivo de 0.3%, se observa una reducción del agua de 7.9% respecto a la mezcla normal equivalente a 30 lts/m³ de concreto resultando un a/c efectivo de 0.53; para dosificación de aditivo de 0.5% obtenemos reducción de 9.0% equivalente en 34 lts/m³ de concreto con a/c efectivo de 0.52; y para dosificación de 0.7% obtenemos reducción de agua de 8.8% equivalente a 33 lts/m³ con a/c efectiva de 0.52.

b) Para la relación $a/c = 0.65$ y dosificación de aditivo de 0.3%, se observa una reducción del agua de 7.0% respecto a la mezcla normal equivalente a 27

lts/m³ de concreto resultando un a/c efectivo de 0.58; para dosificación de aditivo de 0.5% obtenemos reducción de 8.5% equivalente en 28 lts/m³ de concreto con a/c efectivo de 0.57; y para dosificación de 0.7% obtenemos reducción de agua de 8.7% equivalente a 29 lts/m³ de concreto con a/c efectiva de 0.57.

c) Para la relación a/c = 0.70 y dosificación de aditivo de 0.3%, se observa una reducción del agua de 7.0% respecto a la mezcla normal equivalente a 21 lts/m³ de concreto resultando un a/c efectivo de 0.64; para dosificación de aditivo de 0.5% obtenemos reducción de 7.2% equivalente en 21 lts/m³ de concreto con a/c efectivo de 0.64; y para dosificación de 0.7% obtenemos reducción de 7.7% equivalente en 23 lts/m³ de concreto con a/c efectiva de 0.63.

d) Ligeramente se obtuvo las mayores reducciones de agua usando cualquier % de aditivo, donde para a/c = 0.60 se dio la mayor reducción de agua que se dio fue de 9.0% utilizando 0.5% de dosificación de aditivo; el porcentaje menor de reducción de agua se da en la relación a/c = 0.70 (aditivo = 0.3%) llegando a 7 % de reducción.

8.2.2 FLUIDEZ

a) Para la relación de a/c = 0.60 en la mezcla normal, se incrementó el índice de fluidez en 17.83% (80.40% a 94.73%) respecto a la mezcla patrón (100%) usando 0.3% de aditivo se incrementó en 15.75% (80.40% a 93.07%) usando 0.5% de aditivo y 15.80% (80.40% a 93.11%) usando 0.7% de aditivo.

b) Para la relación de a/c = 0.65 en la mezcla normal, se incrementó el índice de fluidez en 9.87% (84.33% a 92.65%) respecto a la mezcla normal usando 0.3% de aditivo, en 7.35% (84.33% a 90.53%) usando 0.5% de aditivo y 10.16% (84.33% a 92.90%) usando 0.7% de aditivo.

c) Para la relación de a/c = 0.70, se incrementó el índice de fluidez en 6.92% (86.17% a 92.13%) respecto a la mezcla normal usando 0.3% de aditivo, en 6.07% (86.17% a 91.40%) usando 0.5% de aditivo y 4.87% (86.17% a 90.37%) usando 0.7% de aditivo.

d) Al preparar concreto con aditivo en todas las dosificaciones se logra incrementar el índice de fluidez; donde se llega a incrementar como máximo en 18%, esto ocurre en la relación $a/c = 0.60$ con 0.30% de dosificación de aditivo.

e) los efectos menores de influencia en el incremento del índice de fluidez ocurren en $a/c = 0.70$ para toda dosificación de aditivo incrementándose en promedio hasta 6%.

f) Observamos también que en la relación $a/c = 0.60$ para toda dosificación de aditivo ocurre los mayores incrementos del índice de fluidez con un promedio de 17% de variación.

g) Al preparar concreto con adición de 0.3% de aditivo logramos el mayor incremento en la fluidez obteniendo en promedio para toda relación a/c utilizada un incremento promedio de 12%.

8.2.3 EXUDACION

a) Para la relación de $a/c = 0.60$ varia el porcentaje de exudación con respecto al porcentaje exudado en el concreto normal, donde concreto con 0.3% de aditivo (de 0.36% a 0.52%); con 0.5% (de 0.36% a 0.37%) y con 0.7% (de 0.36% a 0.54%).

b) Para la relación de $a/c = 0.65$ ocurre influencia en el % de exudación con respecto al concreto normal con 0.3% de aditivo (de 0.54% a 0.68%); con 0.5% (de 0.54% a 0.64%) y con 0.7% (de 0.54% a 0.71%).

c) Para la relación de $a/c = 0.70$ ocurre variación del % de exudación con respecto al concreto normal con 0.5% de aditivo (de 0.63% a 0.64%); con 0.7% (de 0.63% a 0.82%); solo una ligera disminución ocurre al incrementar en 0.3% el aditivo (de 0.63% a 0.61%).

8.2.4 PESO UNITARIO

a) Para la relación $a/c = 0.60$ respecto a la mezcla normal (100%), solo para 0.30% de aditivo se llega a mayor valor porcentual del Peso Unitario hasta

100.42% (2383.62 a 2393.55 kg/m³); para las dosificaciones de 0.50% y 0.70% de aditivo disminuye su valor porcentual hasta 99.94% y 98.93% respectivamente.

b) Para la relación $a/c = 0.65$ en la mezcla normal al adicionar el aditivo hay una variación porcentual del valor del peso unitario respecto al concreto normal, con 0.30% y 0.50% de aditivo se llega a 100.78% (2376.52 a 2394.96 kg/m³) y 100.51% (2376.52 a 2388.58 kg/m³) respectivamente; para la dosificación de aditivo de 0.70% baja su valor porcentual a 99.82% (2376.52 a 2372.27 kg/m³).

c) Para la relación $a/c = 0.70$ en la mezcla normal (100%), aumenta el valor porcentual del Peso Unitario con 0.30% y 0.50% de aditivo a 100.69% (2379.36 a 2395.67 kg/m³) y 100.92% (2379.36 a 2401.35 kg/m³) respectivamente; para la dosificación de aditivo de 0.70% se reduce a 99.91% (2379.36 a 2377.23 kg/m³).

d) En el concreto normal, observamos que mayor Peso Unitario se obtiene en la relación $a/c = 0.60$ con 2383.62 kg/m³; contrariamente menor se da en $a/c = 0.65$ con 2376.5 kg/m³. Utilizando aditivo obtenemos mayor peso unitario con $a/c = 0.70$ con 0.50% de aditivo (de 2379.4 kg/m³ a 2401.4 kg/m³ con un incremento de 22 kg/m³).

e) De las relaciones ensayadas, donde se obtuvieron ligeramente mayores valores porcentuales de Peso Unitario por mencionar han sido en la relación $a/c = 0.70$ con 0.3% y 0.5% de aditivo llegando a 100.7% y 100.9% y $a/c=0.65$ con 0.3% de aditivo llegando a 100.8%.

8.2.5 CONTENIDO DE AIRE

a) Para las relaciones $a/c = 0.60$, hay incremento de % de aire con respecto al concreto normal; con 0.30% de aditivo en 98.7% (de 1.22% a 2.42%); con 0.50% de aditivo incremento de % de aire en 102.7% (de 1.22% a 2.47%) y con 0.70% de aditivo el incremento de % de aire es de 58.6% (de 1.22% a 1.93%).

b) Para las relaciones $a/c = 0.65$, hay incremento de % de aire con respecto al concreto normal; con 0.30% de aditivo en 192.6% (de 0.78% a 2.28%); con 0.50% de aditivo incremento de % de aire en 200.6% (de 0.78% a 2.34%) y con 0.70% de aditivo el incremento de % de aire es de 148.7% (de 0.78% a 1.94%).

c) Para las relaciones $a/c = 0.70$, hay incremento de % de aire con respecto al concreto normal; con 0.30% de aditivo en 198% (de 0.71% a 2.13%); con 0.50% de aditivo incremento de % de aire en 256.6% (de 0.71% a 2.54%) y con 0.70% de aditivo el incremento de % de aire es de 166.5% (de 0.71% a 1.90%).

d) Se observa en el concreto normal que el mayor % de aire se encuentra en la relación $a/c = 0.60$ con 1.22% de aire atrapado y menor en $a/c = 0.70$ con 0.71% de aire atrapado. Adicionándole aditivo encontramos concreto con mas % de aire en la relación $a/c = 0.70$ y 0.50% de aditivo con 2.54% de aire atrapado (0.71% a 2.54%).

e) Observamos en el concreto normal en las relaciones a/c ensayadas, que el % de aire atrapado disminuye conforme aumentamos la relación a/c ; en cuanto al concreto con aditivo, el comportamiento del % contenido de aire es variable.

f) Porcentualmente la influencia del aditivo ensayado en el concreto es notoria en todos los diseños con incrementos promedios para $a/c=0.60$ en 86.6%, $a/c=0.65$ en 180.6% y en $a/c=0.70$ en 207%.

8.2.6 TIEMPO DE FRAGUADO

• TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL (TFI)

a) Para la relación $a/c = 0.60$ el tiempo de fraguado inicial varia desde 04:35 horas en la mezcla normal(100%) a 05:04 horas para 0.30% de aditivo (111%); desde 04:35 horas a 05:24 para 0.50% de aditivo (118%) y de 4:35 horas a 05:07 horas para 0.70% de aditivo (112%).

b) Para la relación $a/c = 0.65$, el tiempo de fraguado inicial varia desde 04:41 horas en la mezcla normal(100%) a 05:33 horas para 0.30% de aditivo (119%);

desde 04:41 a 05:03 horas para 0.50% de aditivo (108%) y de 4:41 a 05:06 horas para 0.70% de aditivo (109%).

c) Para la relación $a/c = 0.70$, el tiempo de fraguado inicial varia desde 05:32 horas en la mezcla normal(100%) a 06:02 horas para 0.30% de aditivo (109%); desde 05:32 a 06:10 horas para 0.50% de aditivo (111%) y de 05:32 a 06:09 horas para 0.70% de aditivo (111%).

d) En todas las dosificaciones de aditivo utilizadas en el concreto se logra incrementos en el tiempo de fraguado inicial llegando como máximo hasta un 19% (de 04:41 a 05:33 horas) en $a/c = 0.65$ con 0.3% de aditivo y 18% (de 04:35 a 05:24 horas) en $a/c=0.60$ con 0.5% de aditivo. El menor incremento del tiempo de fraguado inicial se da en $a/c = 0.65$ con 0.5% de aditivo con incrementos de 8% (de 04:41 a 05:03 horas).

• TIEMPO DE FRAGUADO FINAL (TFF)

a) Para la relación de $a/c = 0.60$, con 0.7% de aditivo se obtiene mayor valor del TFF desde 05:36 horas en la mezcla patrón (100%) a 06:30 horas representando 116% respecto del concreto normal y con dosificación 0.3% y 0.5% de aditivo se llega el TFF hasta 06:22 y 06:12 horas representando el 114% y 111% del TFF normal.

b) Para la relación de $a/c = 0.65$, con 0.3% de aditivo se obtiene mayor valor del TFF desde 06:06 horas en la mezcla normal (100%) a 07:07 horas representando 117% respecto del concreto normal y con dosificación 0.5% y 0.7% de aditivo se llega el TFF hasta 06:27 y 06:56 horas representando el 106% y 114% del TFF normal.

c) Para la relación de $a/c = 0.70$, con adición de 0.5% de aditivo en el concreto se obtiene mayor valor del TFF desde 06:40 horas en la mezcla normal (100%) a 07:29 horas representando 112% respecto del concreto normal y con dosificación 0.3% y 0.7% de aditivo se llega el TFF hasta 07:21 y 07:25 horas representando el 110% y 111% del TFF normal.

8.3 ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO

8.3.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

8.3.1.1 DISEÑO NORMAL

- a) Con una relación $a/c = 0.60$, se obtuvo una resistencia a los 28 días de 361 kg/cm².
- b) Con una relación $a/c = 0.65$, se obtuvo una resistencia a los 28 días de 315 kg/cm².
- c) Con una relación $a/c = 0.70$, se obtuvo una resistencia a los 28 días de 290 kg/cm².
- d) Del grafico vemos que la resistencia aumenta conforme disminuye la relación a/c .

8.3.1.2 CONCRETO CON ADITIVO

a) Relación $a/c = 0.60$

- A tempranas edades (7 días) obtenemos valores porcentuales de resistencia preparando concreto con aditivo en 0.3%, 0.5% y 0.7% donde obtenemos resultados de 115%(reducción de agua en 7.9%), 118%(reducción de agua en 9%) y 118%(reducción de agua en 8.8%) respecto al concreto normal (100%) respectivamente.
- Al preparar concreto para toda dosificación de aditivo se obtiene los mayores resultados porcentuales promedios a temprana edad (7 días) de 117% respecto al concreto normal (100%).
- A los 28 días obtenemos valores porcentuales de resistencia a la compresión preparando concreto con aditivo en dosificación de 0.3%, 0.5% y 0.7% donde obtenemos resultados de 114%, 111% y 110% respecto al concreto normal (100%) respectivamente.
- Al preparar concreto para toda dosificación de aditivo, se obtiene resultados porcentuales promedios a edad de 28 días valores de 112% respecto al concreto normal (100%).

b) Relación $a/c = 0.65$

- A tempranas edades (7 días) obtenemos valores porcentuales de resistencia preparando concreto con aditivo en 0.3%, 0.5% y 0.7% donde obtenemos resultados de 109%(reducción de agua en 7%), 110%(reducción de

agua en 8.5%) y 107%(reducción de agua en 8.7%) respecto al concreto normal (100%) respectivamente.

- Al preparar concreto para toda dosificación de aditivo utilizado se obtiene resultados porcentuales promedios a temprana edad (7 días) de 109% respecto al concreto normal (100%).

- A los 28 días obtenemos valores porcentuales de resistencia preparando concreto con aditivo en 0.3%, 0.5% y 0.7% donde obtenemos resultados de 113%, 108% y 106% respecto al concreto normal (100%) respectivamente.

- Al preparar concreto con toda dosificación de aditivo utilizado se obtiene resultados porcentuales promedios a edad de 28 días valores de 109% respecto al concreto normal (100%).

c) Relación a/c = 0.70

- A tempranas edades (7 días) obtenemos valores porcentuales de resistencia preparando concreto con aditivo en 0.3%, 0.5% y 0.7% donde obtenemos resultados de 104%(reducción de agua en 7%), 108%(reducción de agua en 7.2%) y 108%(reducción de agua en 7.7%) respecto al concreto normal (100%) respectivamente.

- Al preparar concreto con toda dosificación de aditivo utilizado se obtiene resultados porcentuales promedios a temprana edad (7 días) de 107% respecto al concreto normal (100%).

- A los 28 días obtenemos valores porcentuales de resistencia preparando concreto con aditivo en 0.3%, 0.5% y 0.7% donde obtenemos resultados de 115%, 113% y 110% respecto al concreto normal (100%) respectivamente.

- Al preparar concreto con toda dosificación de aditivo utilizado se obtiene resultados porcentuales promedios a edad de 28 días valores de 113% respecto al concreto normal (100%).

d) De las relaciones agua-cemento analizadas se observa que para la relación a/c = 0.60 obtenemos el mayor valor porcentual en promedio de resistencia a temprana edad (7 días) para toda dosificación de aditivo utilizada esto respecto al concreto normal (100%) llegando a un 117% mientras que para las relaciones agua-cemento 0.65 y 0.70 obtenemos solo 109% y 107% respectivamente.

e) Para tempranas edades (7 días) al preparar concreto con aditivo en dosificación de 0.3%, 0.5% y 0.7% para toda relación a/c utilizada obtenemos resultados porcentuales en promedio de 109%, 112% y 111% respectivamente, todos respecto al concreto normal (100%).

f) De las relaciones agua-cemento analizadas se observa que para la relación a/c = 0.70 obtenemos el mayor valor porcentual en promedio de resistencia a los 28 días para toda dosificación de aditivo utilizada esto respecto al concreto normal (100%) llegando a un 113% mientras que para las relaciones agua-cemento 0.60 y 0.65 obtenemos valores de 112% y 109% respectivamente.

g) Para tiempo de 28 días al preparar concreto con aditivo en dosificación de 0.3%, 0.5% y 0.7% para toda relación a/c utilizada obtenemos resultados porcentuales en promedio de 114%, 111% y 109% respectivamente, todos respecto al concreto normal (100%).

8.3.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (resistencia a los 28 días).

a) Para la relación a/c = 0.60, se observa que adicionando 0.3 % de aditivo en el concreto, se logra llegar hasta un 108% de la resistencia con respecto al diseño normal (100 %); para 0.5 % de aditivo se obtuvo 112% y para 0.7 % de aditivo se obtuvo 108 %.

b) Para la relación a/c = 0.65, se observa que para 0.3 % de aditivo se obtiene 109% de resistencia con respecto al diseño normal(100 %); para 0.5 % de aditivo se obtuvo 114%, siendo este el mayor en esta relación y para 0.7 % de aditivo se obtuvo el 105 % de resistencia.

c) Para la relación a/c = 0.70, se observa que para 0.3 % de aditivo se obtiene 105% de la resistencia con respecto al diseño patrón (100 %); para 0.5 % de aditivo se obtuvo 109 % y para 0.7 % de aditivo se obtuvo 103 %.

d) Se observa que en la relación a/c = 0.65 con 0.5 % de aditivo se obtiene el mas alto valor porcentual en la resistencia respecto al concreto normal(100 %) llegando hasta 114 %. Contrariamente notamos que en la relación a/c = 0.70 con

0.7 % de aditivo obtenemos la menor influencia en la resistencia llegando solo a 103 %.

e) Del cuadro vemos que para toda las relaciones a/c con aditivo se logra valores mayores que la resistencia del concreto normal.

8.3.3 MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO (ensayo a los 28 días).

a) Para la relación $a/c = 0.60$, con dosificación de aditivo de 0.3 % de aditivo se logra incrementar tentativamente el valor porcentual respecto al concreto normal llegando a un 107%. Utilizando 0.5 % y 0.7 % de aditivo no ha modificado significativamente los valores en el concreto normal llegando hasta 100% y 101% respectivamente.

b) Para la relación $a/c = 0.65$, la influencia significativa del aditivo se da utilizando 0.7% de dosificación alcanzando 108% respecto al diseño normal(100 %), así para 0.3 % y 0.5 % de aditivo se obtuvieron valores menores que el patrón llegando hasta el 94 % y 91 % respectivamente.

c) Para la relación $a/c = 0.70$, el uso de aditivo en general no tiene influencia notoria, así para 0.3 %, 0.5 % y 0.7 % de aditivo, se obtuvo 99%, 101% y 94% respectivamente, esto con respecto al concreto normal(100 %).

d) Se puede observar que el aditivo tiene influencia significativa en el modulo elástico cuando utilizamos en la relación $a/c = 0.60$ (0.3 % de aditivo) y $a/c = 0.65$ (0.7 % de aditivo) llegando hasta 107% y 108% respectivamente respecto al concreto normal(100 %).

e) En general la tendencia es bastante variable, donde en $a/c = 0.60$ se nota valores mayores que el concreto normal(100 %), donde encontramos la mas significativa utilizando 0.3 % de aditivo llegando hasta 107%; en $a/c = 0.65$ hay influencia notoria solamente con 0.7 % de aditivo llegando hasta 108% y en las demás dosificaciones se ha llegado a dar decrementos de 9 % como máximo y en la relación $a/c = 0.70$ en general solo se ha llegado a decrementos de 6 % como máximo.

8.4.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS CON OTROS ADITIVOS PLASTIFICANTES INVESTIGADOS.

Anteriormente se han realizado tesis de investigación de las propiedades del concreto con adición de aditivos plastificantes, súper plastificantes, retardantes y acelerantes de fraguado, incorporadores de fraguado y otros. Lo cual vamos a comparar los resultados obtenidos teniendo en cuenta que estas tesis mencionadas se han desarrollado utilizando otras relaciones de agua/cemento, cada tesis utiliza agregados de canteras distintas y utilizando el cemento Puzolanico IP.

Por lo tanto los resultados serán comparados a grosso modo como la variación porcentual de los ensayos en concreto fresco y endurecido con adición de aditivo respecto al concreto patrón.

8.4.1.1 ADITIVOS PLASTIFICANTES UTILIZADOS PARA COMPARACIÓN DE RESULTADOS.

- Entramplast, Tesis:UNI-FIC, Rodriguez Rodriguez, Wilfredo Alberto.
- Plastiment BV 40, Tesis: UNI-FIC, Ochoa Martinez, Juan Segundo.
- Muroxcrete PR, Tesis: UNI-FIC, Ccama Larico, Francisco.
- Sikament 10, Tesis: UNI-FIC, Cerron Poma, Roberto T.
- Aditivo de la presente Tesis:” **Plastiment HE-98** “

8.4.1.2 ANALISIS COMPARATIVO

Respecto a la trabajabilidad del concreto fresco (Índice de fluidez) utilizando Plastiment BV-40 se obtiene incrementos promedios de 24%; utilizando Muroxcrete PR se llego a 4%; con el Entramplast fue de 14%; con el Sikament fue de 4% y con el aditivo Plastiment HE se llego a 12%.

De los resultados en estas comparaciones obtenidas el concreto con aditivo Plastiment HE tiene una excelente trabajabilidad porque al adicionarle el aditivo llega a un incremento de 12%, donde es superado por el Plastiment BV-40 y el Entramplast pero estos dos últimos concretos con aditivo son analizados en concreto de alta resistencia.

En el tiempo de fraguado inicial, utilizando el Plastiment BV-40 se obtiene incrementos promedios 50.6%; con el Muroxcrete PR se llega a 11.77%; con el Entramplast no afecta en nada; utilizando el Sikament se incrementa en 9.9% y utilizando el aditivo Plastiment HE se logra incrementar en 12%.

En el tiempo de fraguado final, utilizando el Plastiment BV-40 obtenemos incrementos promedios de 2.4%; con el Muroxcrete PR se llega a 15.3%; con el Entramplast trabaja como acelerador del tiempo de fraguado con decremento del 7%; utilizando el Sikament incrementamos en un 8.4% y al adicionar el Plastiment HE llegamos a un 13%.

En el tiempo de fraguado, concretos con aditivo Plastiment brinda un incremento significativo de retardo tanto para el tiempo de fraguado inicial como final, obteniéndose incrementos respecto al concreto normal de 12% y 13% respectivamente, las otras mezclas con otros aditivos dan incrementos menores excepto solo concreto con adición de plastiment BV-40 para TFI incrementando un 50%.

Resistencia a la Compresión

En la resistencia a la compresión a edades tempranas (7 días) utilizando el aditivo Plastiment BV-40 se logra incrementar la resistencia promedio hasta un 8.5%; con el Muroxcrete PR se llega a un 25%; con el Entramplast se obtiene un 5.5%; con el Sikament se obtiene un 6.9%; con el Chemaplast se llega a 7.8% y finalmente al utilizar el Plastiment HE se logra un 11%.

El incremento porcentual de la resistencia a la compresión a los 28 días utilizando el aditivo Plastiment BV-40 se llega a 4.3%; utilizando el Muroxcrete PR se llega a 16.7%; con el Entramplast se logra un 1.1%; con el Sikament se obtiene un 8.4%; con el Chemaplast obtenemos 7.2% y finalmente al utilizar el Plastiment HE se logra 11.3%.

De las comparaciones notamos que al utilizar concreto con adición del Plastiment HE incrementamos tentativamente la resistencia promedio a temprana edad en un 11% superando a los incrementos efectuados con concreto con otros aditivos, excepto solo con el Muroxcrete PR que llegó a un 25% de incremento.

Respecto a la resistencia a los 28 días, concreto con adición del Plastiment HE llegan a incrementos de resistencia de 11.3%, muy por encima de los concretos con adición del Plastiment BV-40 (4.3%), Entraplast (1.1%), Sikament (8.4%) y el Chemaplast (7.2%). Superado solo por el Muroxcrete PR (16.7%).

Resistencia a la Tracción

Utilizando el aditivo Plastiment BV-40 obtenemos incrementos en la resistencia a la tracción comparado con en concreto normal en valor de 2%; utilizando el Muroxcrete se llega a 14.76%; con el Entraplast obtenemos 6.4%; utilizando el Sikament llegamos a un 1.7% y con el Plastiment HE se llega a un 8%.

De las comparaciones notamos que utilizando el Muroxcrete se obtiene mayor el incremento a la resistencia a la tracción llegando a un 14%, seguido del Plastiment con un 8%, al utilizar concretos con los demás aditivos no hay incremento significativo.

Modulo Elástico Estático

En este ensayo del concreto utilizando el aditivo Plastiment BV-40 llegamos a decrementos porcentuales de 1%; utilizando el Muroxcrete PR llegamos a decrementos del 4%; con el Entraplast obtenemos un 1.5%; con el Sikament si obtenemos incremento de 4.5% y con el Plastiment HE obtenemos decrementos de 1.6%.

8.5 ANALISIS DE COSTOS

En esta parte del capítulo analizaremos las ventajas económicas que nos proporcionan la adición del aditivo PLASTIMENT HE-98 en el concreto normal.

Por lo cual este análisis de costos, nos muestra las comparaciones porcentuales de precios, las comparaciones de beneficio-costó respecto a la variación del precio por cada kg/cm² de resistencia al adicionársele el aditivo al concreto, comparaciones respecto al incremento de resistencias en porcentajes.

Al añadir el aditivo al concreto se reduce la cantidad de agua necesaria para el amasado de la mezcla, esta reducción de agua varía en función a la cantidad de aditivo que se le añade. Al reducir la cantidad de agua lo que se está logrando es reducir la cantidad de cemento (incrementa la resistencia del concreto) y abarata el costo de su fabricación.

Analizando cada una de las relaciones de agua-cemento vemos que el precio del concreto aumenta su valor porcentual a medida que aumentamos la dosificación de aditivo. Así mismo se debe tener presente que la resistencia a la compresión se incrementa cuando se le adiciona aditivo HE-98.

Los precios dados de los materiales ingredientes del concreto están considerados en los cuadros de anexos en el capítulo VIII han sido tomados a la fecha de noviembre 2003 donde son precios de costo directo (sin IGV). Para efectos de comparación de costo solo se está considerando los costos de los materiales, no los costos de mano de obra, equipo, costos de transporte y colocación de la mezcla.

- **ANALISIS BENEFICIO-COSTO CON RESPECTO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION (28días)**

CUADRO N° 8.1

VARIACION PORCENTUAL DEL PRECIO DEL CONCRETO			
DISEÑO	A/C = 0.60	A/C = 0.65	A/C = 0.70
Concreto Patrón	100.00	100.00	100.00
Concreto Normal+0.3% Aditivo	101.57	101.48	100.56
Concreto Normal+0.5% Aditivo	103.01	102.95	102.00
Concreto Normal+0.7% Aditivo	104.57	104.41	103.39

CUADRO N° 8.2

VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA(28 días) A LA			
A LA COMPRESION DEL CONCRETO			
DISEÑO	A/C = 0.60	A/C = 0.65	A/C = 0.70
Concreto Normal	100.00	100.00	100.00
Concreto Normal+0.3% Aditivo	114.15	113.44	115.28
Concreto Normal+0.5% Aditivo	110.59	108.14	113.26
Concreto normal+0.7% Aditivo	109.75	106.20	109.76

CUADRO N° 8.3

VARIACIÓN PORCENTUAL DEL PRECIO	
DEL CONCRETO	
(Promedio)	
DISEÑO	VARIACIÓN
Concreto Normal	100.00
Concreto Normal+0.3% Aditivo	101.20
Concreto Normal+0.5% Aditivo	102.65
Concreto Normal+0.7% Aditivo	104.12

CUADRO N° 8.4

VARIACION PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA	
A LA COMPRESION DEL CONCRETO	
(Promedio)	
DISEÑO	VARIACIÓN
Concreto Normal	100.00
Concreto Normal+0.3% Aditivo	114.29
Concreto Normal+0.5% Aditivo	110.67
Concreto Normal+0.7% Aditivo	108.57

CUADRO N° 8.5

VARIACIÓN DEL PRECIO DEL CONCRETO			
POR CADA KG/CM2 DE RESISTENCIA			
DISEÑO	A/C = 0.60	A/C = 0.65	A/C = 0.70
Concreto Patrón	0.44	0.46	0.46
Concreto Normal+0.3%Aditivo.	0.39	0.41	0.40
Concreto Normal+0.5%Aditivo.	0.41	0.44	0.41
Concreto Normal+0.7%Aditivo.	0.42	0.45	0.43

CUADRO N° 8.6

VARIACION DEL PRECIO DEL CONCRETO POR CADA KG/CM2		
(EN PROMEDIO)		
DISEÑO	PRECIO	VARIACIÓN
	SI/(Kg/cm ²)	
Concreto Normal	0.45	100.0%
Concreto Normal+0.3%Aditivo.	0.40	88.6%
Concreto Normal+0.5%Aditivo.	0.42	92.8%
Concreto Normal+0.7%Aditivo.	0.43	95.9%

Logramos el mayor beneficio-costo con respecto a la resistencia cuando adicionamos aditivo HE 98 en la dosificación de 0.3% de aditivo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

GENERALIDADES

En el presente nombraremos las conclusiones y recomendaciones obtenidas del análisis hecho a los resultados obtenidos de los ensayos realizados en la investigación " Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con cemento Pórtland tipo I y utilizando un aditivo plastificante".

Esta investigación nos permite estudiar el comportamiento del concreto con aditivo Plastiment HE 98 en estado fresco como endurecido en los siguientes ensayos:

Concreto fresco: Consistencia (cono de Abrahams), fluidez (mesa de sacudidas), exudación, peso unitario, contenido de aire y tiempo de fraguado.

Concreto endurecido: Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por compresión diametral y modulo elástico estático.

Para el cumplimiento de este objetivo se prepararon muestras de concreto con aditivo y sin aditivo para las comparaciones, para las relaciones de agüamiento de mediana a baja resistencia. Las dosificaciones del aditivo recomendadas por el fabricante son de 0.3 a 0.7 % del peso de cemento; por lo cual los porcentajes de aditivo a ensayar son: 0.30%, 0.50% y 0.70% del peso de cemento.

Se usara Cemento Pórtland Tipo I – SOL, fabricado por CEMENTOS LIMA S.A.

CONCLUSIONES

Al preparar concreto con aditivo Plastiment HE 98, se llega a reducir la cantidad de agua requerida, manteniendo la trabajabilidad de la mezcla. Así en promedio se llega a reducciones de agua en 8%.

En el concreto con adición del aditivo utilizado, se mejora la trabajabilidad de la mezcla, donde se incrementa el índice de fluidez en un 18%, esto al preparar en la relación $a/c=0.60$ adicionando 0.3% de aditivo. En promedio se logra incrementar hasta en un 11%.

En el concreto con aditivo Plastiment HE, no se llega a producir incrementos significativos en la exudación, donde se llega solo a segregar el agua en 0.18% esto al adicionar 0.7% de aditivo en $a/c=0.60$. En los demás diseños prácticamente la segregación es nula. En el concreto con aditivo, no se obtiene variaciones significativas en el Peso Unitario. Donde por mencionar se obtiene respecto al concreto patrón(100%) valores porcentuales de 99% y 101%.

En el concreto con el aditivo utilizado, se logra retardar el tiempo de fraguado tanto para el fraguado inicial como final. Así para el tiempo de fraguado inicial, con adición en 0.3% se logra un incremento promedio de 13%; al preparar con 0.5% y 0.7% de aditivo se logra incrementar hasta 12% y 11% respectivamente. Para el tiempo de fraguado final, con adición de 0.3% se logra incrementar en promedio hasta 14%; con adición de aditivo en 0.5% y 0.7% obtenemos incrementos de 10% y 14%. Al preparar concreto en toda dosificación de aditivo utilizado, se logra aumentar la resistencia a los 7 días. Donde preparando con 0.3% de aditivo obtenemos incremento en promedio 9%, con 0.5% y 0.7% se obtiene 12% y 11%. Preparando en la relación $a/c=0.60$ en toda dosificación de aditivo, obtenemos los mayores incrementos llegándose en promedio a un 17%.

En el concreto con aditivo se logra aumentar las resistencias a la compresión a los 28 días. Así preparando con 0.3% de aditivo obtenemos incremento en promedio 14%, con 0.5% y 0.7% de aditivo se logra 11% y 09%.

De acuerdo a las normas ASTM C-494 este aditivo catalogado por su fabricante de tipo A, cumple con estas normas ya que ofrece resistencia a la compresión mas que el mínimo que es del 10%.

Haciendo comparación en la variación del precio por cada kg/cm² de resistencia, concluimos que utilizando concreto con aditivo en dosificación de 0.3% se logra el mayor beneficio costo. En conclusión al preparar concreto con aditivo, el precio del concreto se incrementa en promedio en 2.66%.

En el concreto con aditivo, se llega a aumentar la resistencia a la tracción. Donde al adicionar 0.3% de aditivo se llega a incrementar en promedio en 7.0%; con 0.5% y 0.7% se logra incrementos de 12% y 5%. Obtenemos el mayor incremento de 14% al preparar con 0.5% de aditivo en $a/c=0.65$.

En el concreto al adicionarle el aditivo, el módulo Elástico Estático tiene comportamientos variables. Donde al adicionar el aditivo, se logra los mayores incrementos porcentuales utilizando:

0.3% de aditivo para $a/c=0.60$, llegando a 7%.

0.7% de aditivo para $a/c=0.65$, llegando a 8%.

Concluimos del Análisis Comparativo que los incrementos porcentuales obtenidos en las propiedades del concreto comparados a groso modo con otros trabajos(preparando con Plastiment BV 40, Entramplast, Muroxcrete PR y el Sikament), llegamos a la conclusión que los incrementos oscilan el promedio con los obtenidos con estos trabajos de investigación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar este aditivo en el concreto porque se mejora la trabajabilidad de la mezcla (Fluidez), Donde incrementamos la Fluidez en 18% al adicionar aditivo en 0.3% en $a/c=0.60$.

Se recomienda utilizar este aditivo como buen retardante del tiempo de fraguado del concreto, obteniéndose incrementos resaltantes del TFI y TFF del 12% y 13%.

Recomendamos preparar concreto con este aditivo porque:

Incrementamos la resistencia a la compresión a los 7 días, en la $a/c=0.60$ incrementando hasta un 17%.

Incrementamos la resistencia a la compresión a los 28 días, adicionando 0.3% de aditivo obteniéndose un incremento promedio de 14%.

Incrementamos la resistencia a la tracción a los 28 días, adicionando 0.5% de aditivo lográndose un incremento promedio de 12%.

Para lograr bajarle la rigidez al concreto endurecido por lo cual incrementarle tentativamente el valor del modulo elástico estático. Recomendamos preparar concreto con este aditivo en las dosificaciones siguientes:

0.3% de aditivo en la $a/c=0.60$, incrementando en un 7%.

0.7% de aditivo en la $a/c=0.65$, incrementando en un 8%.

Recomendamos utilizar concreto con aditivo Plastiment HE 98, luego de una comparación a groso modo de resultados obtenidos con concretos con otros aditivos plastificantes (Entramplast, Plastiment BV-40, muroxcrete PR y el Sikament).

Recomendamos seguir investigando los efectos en las propiedades del concreto con adición de otros aditivos para clasificar estos productos en las mejoras cuantitativas en el concreto.

CUADROS ANEXOS Y FOTOGRAFÍAS

ANEXO A

CUADROS Y GRAFICOS DETALLADOS:

- A-1 Cuadros detallados de ensayos de agregado fino.
- A-2 Cuadros detallados de ensayos de agregado grueso.
- A-3 Cuadros detallados de ensayos del concreto fresco.
- A-4 Cuadros detallados de ensayos del concreto endurecido.
- A-5 Cuadros detallados de costo del concreto por metro cúbico.
- A-6 Hoja técnica aditivo Plastiment HE.
- A-7 Procedimiento de los ensayos realizados y boletín técnico sobre las normas de los aditivos.

CUADRO A.1.1

PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso balde + arena suelta (Kg.)	7.61	7.62	7.60	7.61
Peso balde metálico (Kg.)	2.80	2.80	2.80	2.80
Peso arena suelta (Kg.)	4.81	4.82	4.80	4.81
NOTA : Volumen del balde metálico 0.00283 m ³ (1/10pie ³)				
$ \text{PU suelto} = \frac{W}{V} = \frac{4.81}{0.00283} = 1699.6 \text{ (kg/m}^3\text{)} $				

LEYENDA

Material: Arena gruesa

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Norma: Este ensayo ha sido realizado según la NTP 400.017

CUADRO A.1.2

PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso balde + arena suelta (Kg.)	8.26	8.28	8.27	8.27
Peso balde metálico (Kg.)	2.80	2.80	2.80	2.80
Peso arena suelta (Kg.9	5.46	5.48	5.47	5.47
NOTA : Volumen del balde metálico = 0.00283 m ³ (1/10pie ³)				
$\text{PU suelto} = \frac{W}{V} = \frac{5.47}{0.00283} = 1932.9 \text{ (kg/m}^3\text{)}$				

LEYENDA

Material: Arena gruesa

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Norma: Este ensayo ha sido realizado según la NTP 400.017

CUADRO A.1.3

PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso arena S.S.S + W balón + peso agua	969.10	969.20	969.15	969.15
Peso del agua (gr.) = W	307.00	308.00	306.00	307.00
Peso arena S.S.S + peso del balón (gr.).	662.10	661.20	663.15	662.15
peso arena secada al horno + peso del balón	652.1	652.1	652.1	652.10
peso del balón (gr.).	156.6	156.6	156.6	
peso arena secada horno = A	493.00	494.00	494.00	493.67
volumen del balón (cm3). = V	500.00	500	500	
<p>1.- PESO ESPECIFICO DE MASA : (gr/cm3)</p> $\frac{A}{V - W} = \frac{493.67}{193.00} = 2.56$				
<p>2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO : (gr/cm3)</p> $\frac{500}{V - W} = \frac{500.00}{193.00} = 2.59$				
<p>3.- PESO ESPECIFICO APARENTE : (gr/cm3)</p> $\frac{A}{(V - W) - (500 - A)} = \frac{493.67}{186.67} = 2.64$				

LEYENDA

Material: Arena gruesa

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Norma: Este ensayo ha sido realizado según la NTP 400.017

CUADRO A.1.4

PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO FINO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso de la arena S.S.S	500	500	500	500.00
Peso de arena S.S.S + peso de balon (gr.)	656.60	656.60	656.60	656.60
Peso arena S.S.S + Wbalon + peso de agua	969.10	969.20	969.15	969.15
Peso de arena secada horno + peso balon (gr.)	650.4	650.2	650.3	650.30
Peso del balon (gr.)	156.6	156.6	156.6	
Peso arena secada horno = A	493.80	493.60	493.70	493.70
Volumen del balon (cm ³) = V	500	500	500.00	500.00
<p>PORCENTAJE DE ABSORCION :</p> $\% \text{ ABSORCION} = \frac{500 - A}{A} \times 100\% = \frac{6.30}{493.70} \times 100 = 1.28$				

LEYENDA

Material: Arena gruesa

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Norma: Este ensayo ha sido realizado según la NTP 400.017

CUADRO A.1.5

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso material (gr)	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso material seco al horno (gr)	493.60	494.50	494.20	494.10
Peso del agua contenido (gr)	6.40	5.50	5.80	5.90
$\text{C.H. Arena natural (\%)} = \frac{5.90}{500} \times 100\% = 1.18$				

LEYENDA

Material: Arena gruesa

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Norma: Este ensayo ha sido realizado según la NTP 400.017

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

CUADRO N° A1.5.6

N° MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	ASTM C-33 % QUE PASA	
					Inf.	Sup.
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	4.5	0.7	0.7	99.3	95.0	100.0
N° 8	133.3	22.2	22.9	77.1	80.0	100.0
N° 16	144.4	24.1	47.0	53.0	50.0	85.0
N° 30	108.4	18.1	65.1	34.9	25.0	60.0
N° 50	91.2	15.2	80.3	19.7	10.0	30.0
N° 100	62.1	10.3	90.6	9.4	2.0	10.0
FONDO	56.3	9.4	100.0	0.0		
TOTAL	600.0					

MODULO DE FINURA = 3.07
--

LEYENDA

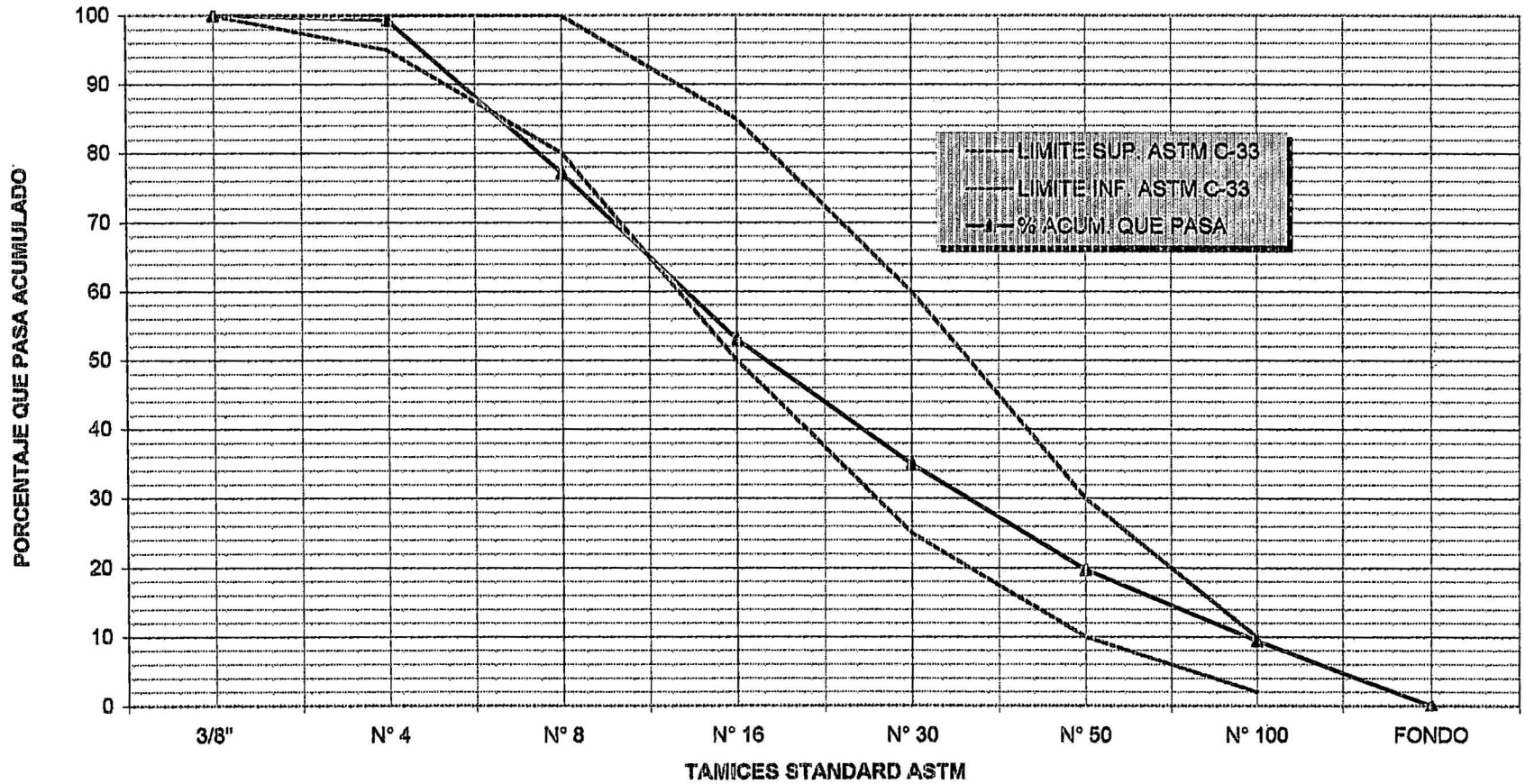
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO



GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

CUADRO N° A1.5.7

N° MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUE PASA	HUSO 67 % QUE PASA	
					Inf.	Sup.
1"	0.2	4.4	4.4	95.6	95.0	100.0
3/4"	1.8	35.1	39.5	60.5	60.0	80.0
1/2"	1.7	33.1	72.6	27.4	25.0	60.0
3/8"	0.6	12.5	85.1	14.9	12.5	35.0
N° 4	0.5	10.1	95.2	4.8	0.0	10.0
N° 8	0.1	2.4	97.6	2.4	0.0	5.0
FONDO	0.1	2.4	97.6	2.4	0.0	0.0
TOTAL	5.0					

M.F	7.20
T.M	1"
T.M.N	1"

LEYENDA

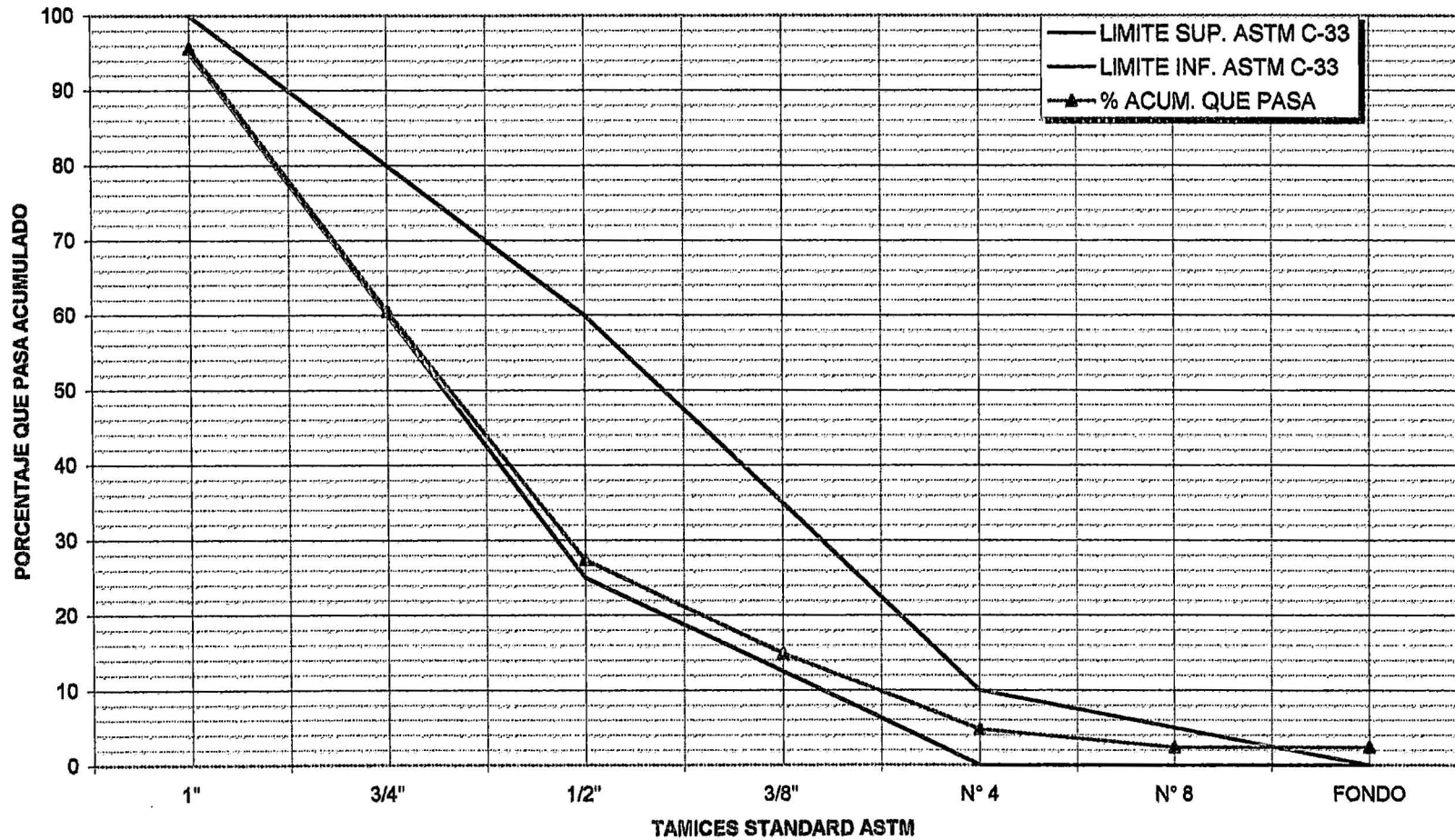
Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE

Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO



CUADRO N° A1.5.8

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GLOBAL

Combinación		Arena		50%		Piedra chancada		50%		
N° Malla		% Retenido		Combinación 50/50			Huso			
		Arena	Piedra	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Acumulado que pasa	% que Pasa			
								A	B	C
1"	(25.4mm)		4.40	2.20	2.20	97.80	87.33	93.33	96.33	
3/4"	(19.10mm)		35.10	17.55	19.75	80.25	74.67	86.67	92.67	
1/2"	(12.70mm)		33.10	16.55	36.30	63.70	50.00	71.00	83.00	
3/8"	(9.52mm)	0.00	12.50	6.25	42.55	57.45	44.00	66.50	80.00	
N° 4	(4.76mm)	0.70	10.10	5.40	47.95	52.05	26.75	50.75	68.00	
N° 8	(2.38mm)	22.20	2.40	12.30	60.25	39.75	17.00	40.33	57.00	
N° 16	(1.19mm)	24.10	2.40	13.25	73.50	26.50	11.00	32.50	47.50	
N° 30	(0.593mm)	18.10	0.00	9.05	82.55	17.45	6.50	23.00	35.25	
N° 50	(0.250mm)	15.20	0.00	7.60	90.15	9.85	2.00	8.00	15.00	
N° 100	(0.149mm)	10.30		5.15	95.30	4.70	1.00	4.00	7.50	
FONDO		9.40		4.70	100.00	0.00				
TOTAL		0.00								

MODULO DE FINURA

5.12

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

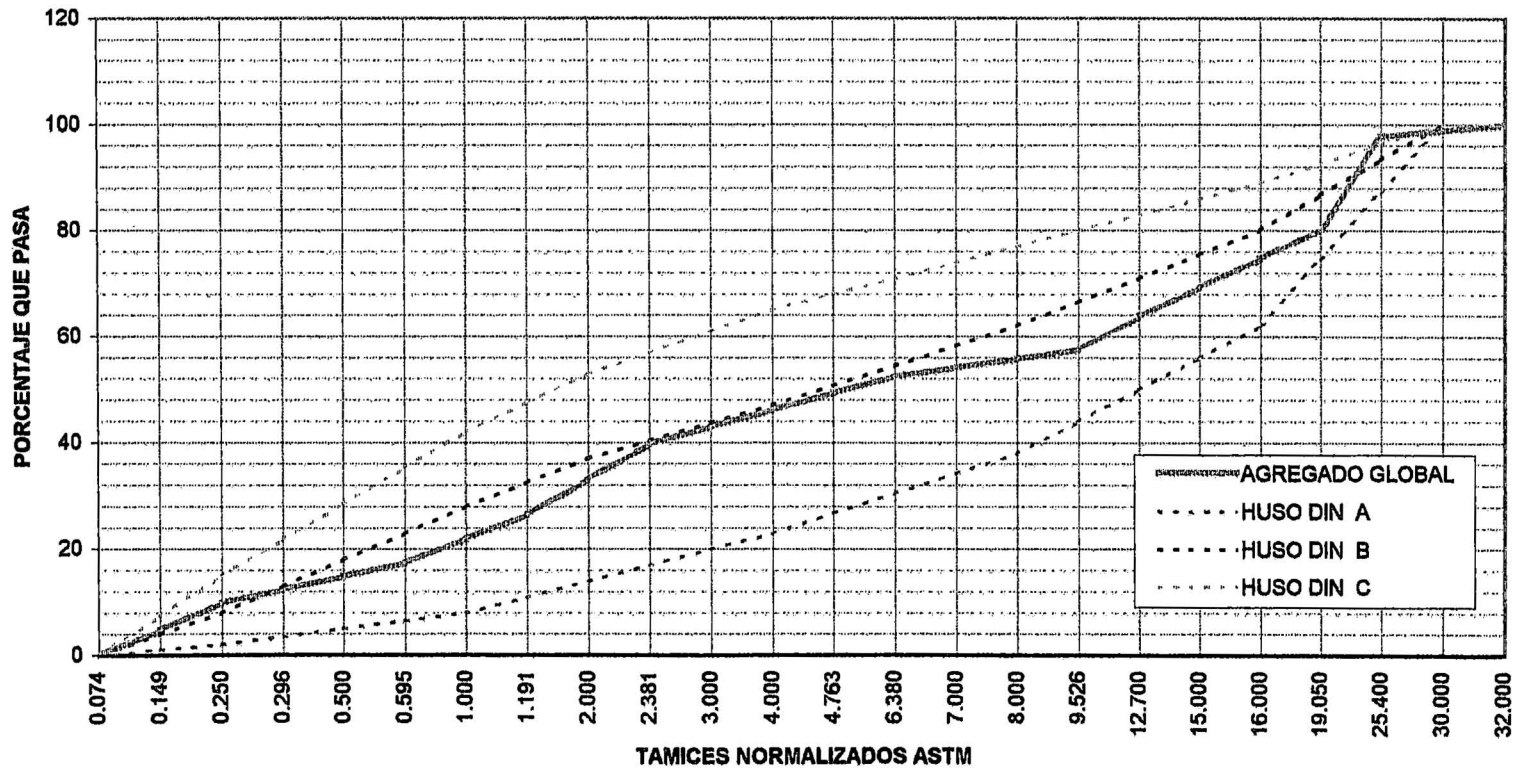
MATERIAL

50% de arena y 50% de piedra
Procedencia agregados Cantera "La Gloria"

HUSOS : DIN 1045

M.F.G =5.12

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GLOBAL



CUADRO A.2.3

PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso de la muestra saturada con superficie seca = B	5000.00	5001.00	5000.50	5000.50
Peso de la muestra secada al horno = A	4973.5	4981	4977.25	4977.25
Peso muestra saturada dentro del agua+peso de la canastilla	5091.00	5088.5	5089.75	
Peso de la canastilla	1881	1881	1881	
Peso de la muestra saturada dentro del agua = C	3210.00	3207.50	3208.75	3208.75
<p>1.- PESO ESPECIFICO DE MASA : (gr/cm³)</p> $\frac{A}{B - C} = \frac{4977.25}{1791.75} = 2.78$ <p>2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO : (gr/cm³)</p> $\frac{B}{B - C} = \frac{5000.50}{1791.75} = 2.79$ <p>3.- PESO ESPECIFICO APARENTE : (gr/cm³)</p> $\frac{A}{A - C} = \frac{4977.25}{1768.50} = 2.81$				

LEYENDA

Material: Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Norma: Este ensayo ha sido realizado según la NTP 400.017

CUADRO A.2.4

PORCENTAJE DE ABSORCION AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso de la muestra saturada con superficie seca = B	5000.00	5001.00	5000.50	5000.50
Peso de la muestra secada horno = A	4973.5	4981	4977.25	4977.25
Peso muestra saturada dentro del agua+peso de la canastilla	5091.00	5088.5	5089.75	
Peso de la canastilla	1881	1881	1881	
Peso de la muestra saturada dentro del agua = C	3210.00	3207.50	3208.75	3208.75
<p>PORCENTAJE DE ABSORCION :</p> $\% \text{ ABSORCION} = \frac{B - A}{A} \times 100\% = \frac{23.25}{4977.25} \times 100 = 0.47$				

LEYENDA

Material: Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Norma: Este ensayo ha sido realizado según la NTP 400.017

CUADRO A.2.5

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

DESCRIPCION	ENSAYOS			PROMEDIO
	I	II	III	
Peso material (gr)	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Peso material seco al horno (gr)	997.00	997.20	997.30	997.17
Peso del agua contenido (gr)	3.00	2.80	2.70	2.83
$\text{C.H. Arena natural (\%)} = \frac{2.83}{1000} \times 100\% = 0.28$				

LEYENDA

Material: Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

Norma: Este ensayo ha sido realizado según la NTP 400.017

CUADRO N° A.3.0

DISEÑO DE MEZCLAS
CUADRO DE RESUMEN

Mezclas N°	A/C	Aditivo (%)	Agua Inicial (lt/m3)	Reduccion de agua (lt)	Agua Final (lt/m3)	% de Reducción de agua	A/c Final	Cemento (kg/m3)	Arena (kg/m3)	Piedra (kg/m3)
b1	0.60	0.00	225	0	225		0.60	375	818	889
b2	0.60	0.30	225	30	195	7.90%	0.53	375	818	889
b3	0.60	0.50	225	34	191	9.00%	0.52	375	818	889
b4	0.60	0.70	225	33	192	8.80%	0.52	375	818	889
b5	0.65	0.00	217	0	217		0.65	334	846	918
b6	0.65	0.30	217	27	190	7.00%	0.58	334	846	918
b7	0.65	0.50	217	28	189	8.50%	0.57	334	846	918
b8	0.65	0.70	217	29	188	8.70%	0.57	334	846	918
b9	0.70	0.00	208	0	208		0.70	297	872	947
b10	0.70	0.30	208	21	187	7.00%	0.64	297	872	947
b11	0.70	0.50	208	21	187	7.20%	0.64	297	872	947
b12	0.70	0.70	208	23	185	7.70%	0.63	297	872	947

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° A.3.1

ENSAYOS DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO
CUADRO DE RESUMEN

DISEÑO		ASENT.	FLUIDEZ	EXUDACION	PESO UNIT	CONTENIDO	TIEMPO DE FRAGUA	
A/C	% ADITIVO	(Pulg.)	(%)	(%)	Kg/m3	DE AIRE (%)	F.INICIAL	F.FINAL
0.60	PATRON	3 3/4"	80.40	0.36	2383.62	1.22	04:35	05:36
	0.30%	3 1/2"	94.73	0.52	2393.55	2.42	05:04	06:22
	0.50%	3 1/2"	93.07	0.37	2382.20	2.47	05:24	06:12
	0.70%	3 1/2"	93.11	0.54	2358.09	1.93	05:07	06:30
0.65	PATRON	3 1/2"	84.33	0.54	2376.52	0.78	04:41	06:06
	0.30%	3 1/2"	92.65	0.68	2394.96	2.28	05:33	07:07
	0.50%	3 1/2"	90.53	0.64	2388.58	2.34	05:03	06:27
	0.70%	3 1/2"	92.90	0.71	2372.27	1.94	05:06	06:56
0.70	PATRON	3 1/4	86.17	0.63	2379.36	0.71	05:32	06:40
	0.30%	3 1/2"	92.13	0.61	2395.67	2.13	06:02	07:21
	0.50%	3 1/2"	91.40	0.64	2401.35	2.54	06:10	07:29
	0.70%	3 1/2"	90.37	0.82	2377.23	1.90	06:09	07:25

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE-98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N°A.3.2

FLUIDEZ DEL CONCRETO

A/C	DISEÑO	MESA DE SACUDIDAS						DIAMETRO PROMEDIO Dp (cm.)	INDICE DE CONSISTENCIA f (%)
		DIAMETROS							
		D1 cm.	D2 cm.	D3 cm.	D4 cm.	D5 cm.	D6 cm.		
0.6	NORMAL	44.7	45.1	45.0	45.8	44.8	45.2	45.10	80
	Adit(0.30%)	48.7	48.0	49.0	48.5	48.4	49.5	48.68	95
	Adit(0.50%)	47.7	47.5	48.5	49.5	48.0	48.5	48.27	93
	Adit(0.70%)	47.6	48.1	48.6	49.6	47.6	48.1	48.28	93
0.65	NORMAL	45.6	46.0	46.1	46.4	46.1	46.3	46.08	84
	Adit(0.30%)	48.5	48.0	48.0	48.5	47.5	48.5	48.16	93
	Adit(0.50%)	47.5	47.4	48.5	47.4	48.0	47.0	47.63	91
	Adit(0.70%)	48.0	48.5	49.0	48.3	48.0	47.5	48.23	93
0.7	NORMAL	46.5	46.5	46.5	46.8	47.0	46.0	46.54	86
	Adit(0.30%)	48.0	49.0	48.5	47.7	47.0	48.0	48.03	92
	Adit(0.50%)	48.0	47.5	48.7	47.5	48.0	47.4	47.85	91
	Adit(0.70%)	47.5	47.5	46.5	48.5	47.5	48.0	47.59	90

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

$$f (\%) = (D-25) \times 100 / 25$$

D: diametro de la muestra

f (%) : Indice de fluidez

CUADRO N° A.3.3

EXUDACION

A/C	DISEÑO	PESO MAT KG	PESO AGUA LT	PESO DE CONCRETO KG	TIEMPO (min)										VOLUMEN TOTAL (ML)	% EXUDACION
					10	20	30	40	01:10	01:40	02:10	02:40	03:10	03:40		
					VOLUMEN PARCIAL (ML)											
0.6	NORMAL	48.00	4.62	33.61	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0	2.5	1.0	0.0	0.0	11.50	0.36
	Adit(0.30%)	48.00	4.40	33.75	0.0	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	2.0	1.0	1.0	0.0	16.00	0.52
	Adit(0.50%)	48.00	4.30	33.59	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	3.0	2.0	1.0	0.0	0.0	11.00	0.37
	Adit(0.70%)	48.00	4.32	33.25	0.0	1.0	1.2	2.0	3.0	4.0	4.0	1.0	0.0	0.0	16.20	0.54
0.65	NORMAL	48.00	4.52	33.51	0.0	1.0	2.0	3.0	4.5	3.5	2.0	1.0	0.0	0.0	17.00	0.54
	Adit(0.30%)	48.00	4.20	33.77	0.0	1.0	2.5	2.5	3.0	5.0	3.5	2.5	0.0	0.0	20.00	0.68
	Adit(0.50%)	48.00	4.10	33.68	0.5	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0	18.50	0.64
	Adit(0.70%)	48.00	4.15	33.45	1.0	1.0	2.0	3.0	4.0	4.5	2.0	2.0	1.0	0.0	20.50	0.71
0.7	NORMAL	48.00	4.35	33.55	1.0	1.0	1.0	1.1	4.0	5.0	3.0	2.0	1.0	0.0	19.10	0.63
	Adit(0.30%)	48.00	4.10	33.78	0.0	1.0	2.0	2.5	3.0	4.0	3.0	1.0	1.0	0.0	17.50	0.61
	Adit(0.50%)	48.00	4.10	33.86	0.0	1.0	2.0	3.0	3.0	4.0	4.0	1.5	0.0	0.0	18.50	0.64
	Adit(0.70%)	48.00	4.00	33.52	0.0	1.0	3.0	3.0	4.0	6.0	4.0	1.0	1.0	0.0	23.00	0.82

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

EXUDACION (%) = $D \times 100 / C$

$C = w \times S / W$

DONDE :

C: MASA DE AGUA EN LA PROBETA DE ENSAYO

W: MASA TOTAL DE LA MEZCLA EN Kg

w: MASA DEL AGUA EN LA MEZCLA EN Kg

S: MASA DE LA MUESTRA EN Kg

D: VOLUMEN TOTAL DE EXUDACION

CUADRO N° A.3.4

PESO UNITARIO

A/C	DISEÑO	VALDE (V) (Kg)	PESO BRUTO C+V (Kg)	CONCRETO C (Kg)	PESO UNIT, (Kg/m ³)
0.60	NORMAL	8.4	42.01	33.61	2384
	Adit(0.30%)	8.4	42.15	33.75	2394
	Adit(0.50%)	8.4	41.99	33.59	2382
	Adit(0.70%)	8.4	41.65	33.25	2358
0.65	NORMAL	8.4	41.91	33.51	2377
	Adit(0.30%)	8.4	42.17	33.77	2395
	Adit(0.50%)	8.4	42.08	33.68	2389
	Adit(0.70%)	8.4	41.85	33.45	2372
0.7	NORMAL	8.4	41.95	33.55	2379
	Adit(0.30%)	8.4	42.18	33.78	2396
	Adit(0.50%)	8.4	42.26	33.86	2401
	Adit(0.70%)	8.4	41.92	33.52	2377

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° A.3.5

CONTENIDO DE AIRE

A/C	DISEÑO	PESO UNIT (Kg/m3) PUL	PESO UNIT NOM. (kg/m3) PUD	AIRE ATRAPADO %
0.60	NORMAL	2383.62	2354.56	1.2
	Adit(0.30%)	2393.55	2335.58	2.4
	Adit(0.50%)	2382.20	2323.33	2.5
	Adit(0.70%)	2358.09	2312.51	1.9
0.65	NORMAL	2376.52	2358.00	0.8
	Adit(0.30%)	2394.96	2340.35	2.3
	Adit(0.50%)	2388.58	2332.62	2.3
	Adit(0.70%)	2372.27	2326.28	1.9
0.7	NORMAL	2379.36	2362.38	0.7
	Adit(0.30%)	2395.67	2344.75	2.1
	Adit(0.50%)	2401.35	2340.24	2.5
	Adit(0.70%)	2377.23	2332.02	1.9

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

P.U.D : PESO UNITARIO DE DISEÑO

P.U.L : PESO UNITARIO DE LABORATORIO

AIRE ATRAPADO (%) = $(PUL-PUD) \times 100 / PUL$

CUADRO N° A.3.6

CONSISTENCIA(Asentamiento)**CONO DE ABRAHAMS**

RELACION A/C	DISEÑO	DOSIFICACION PESOS SECOS(por m3 de concreto)					REDUCCION DE AGUA(%)	ASENTAMIENTO (PULG)
		CEMENTO	AGUA	ARENA	PIEDRA	% AIRE		
0.60	NORMAL	375	225	818	889	1.50%	0.0%	3 3/4"
	Adit(0.30%)						7.9%	3 1/2"
	Adit(0.50%)						9.0%	3 1/2"
	Adit(0.70%)						8.8%	3 1/2"
0.65	NORMAL	334	217	846	918	1.50%	0.0%	3 1/2"
	Adit(0.30%)						8.0%	3 1/2"
	Adit(0.50%)						8.5%	3 1/2"
	Adit(0.70%)						8.7%	3 1/2"
0.70	NORMAL	297	208	872	947	1.50%	0.0%	3 1/4"
	Adit(0.30%)						7.0%	3 1/2"
	Adit(0.50%)						7.2%	3 1/2"
	Adit(0.70%)						7.7%	3 1/2"

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.1

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Relacion a/c			0.60		
% de Aditivo			0.00		
Hora de Inicio			10:30		
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
13:30	03:00	1"	74	0.79	94
14:00	03:30	13/16"	66	0.52	127
14:30	04:00	13/16"	80	0.52	154
15:00	04:30	9/16"	93	0.25	374
15:30	05:00	5/16"	93	0.08	1213
16:00	05:30	4/16"	160	0.05	3259
16:35	05:35	3/16"	104	0.03	3767
16:45	05:45	3/16"	166	0.03	6012

FRAGUADO INICIAL (F.I) 04:35
FRAGUADO FINAL (F.F) 05:36

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.2

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

Tipo de Cemento	SOL TIPO I
Relacion a/c	0.60
% de Aditivo	0.30
Hora de Inicio	09:00

HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
12:00	03:00	1"	50	0.79	64
12:30	03:30	1"	65	0.79	83
13:00	04:00	13/16"	70	0.52	135
13:30	04:30	9/16"	80	0.25	322
14:00	05:00	9/16"	91	0.25	366
14:30	05:30	5/16"	100	0.08	1304
15:00	06:00	5/16"	120	0.08	1565
15:30	06:30	3/16"	135	0.03	4889
16:00	07:00	3/16"	130	0.03	4708

FRAGUADO INICIAL (F.I)	05:04
FRAGUADO FINAL (F.F)	06:22

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.3

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Relacion a/c			0.60		
% de Aditivo			0.50		
Hora de Inicio			08:40		
HORA	TIEMPO	DIAMETRO DE AGUJA	FUERZA	AREA	PRESION
(h:m)	(h:m)	(pulg)	(lb)	(pulg ²)	(lb/pulg ²)
11:40	03:00	1"	35	0.79	45
12:10	03:30	1"	50	0.79	64
12:40	04:00	13/16"	70	0.52	135
13:10	04:30	13/16"	85	0.52	164
13:40	05:00	9/16"	100	0.25	402
14:10	05:30	9/16"	130	0.25	523
14:40	06:00	5/16"	120	0.08	1565
14:55	06:15	3/16"	125	0.03	4527

FRAGUADO INICIAL (F.I) 05:24
FRAGUADO FINAL (F.F) 06:12

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.4

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Relacion a/c			0.60		
% de Aditivo			0.70		
Hora de Inicio			09:05		
HORA	TIEMPO	DIAMETRO DE AGUJA	FUERZA	AREA	PRESION
(h:m)	(h:m)	(pulg)	(lb)	(pulg ²)	(lb/pulg ²)
12:05	03:00	1"	37	0.79	47
12:35	03:30	1"	45	0.79	57
13:05	04:00	13/16"	59	0.52	114
13:35	04:30	9/16"	65	0.25	262
14:05	05:00	9/16"	70	0.25	282
14:35	05:30	5/16"	90	0.08	1173
15:05	06:00	4/16"	105	0.05	2139
15:35	06:30	3/16"	111	0.03	4020

FRAGUADO INICIAL (F.I) 05:07
FRAGUADO FINAL (F.F) 06:30

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.5

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Relacion a/c			0.65		
% de Aditivo			0.00		
Hora de Inicio			09:45		
HORA	TIEMPO	DIAMETRO DE AGUJA	FUERZA	AREA	PRESION
(h:m)	(h:m)	(pulg)	(lb)	(pulg ²)	(lb/pulg ²)
12:45	03:00	1"	30	0.79	38
13:15	03:30	1"	42	0.79	53
13:45	04:00	13/16"	61	0.52	118
14:15	04:30	13/16"	98	0.52	189
15:15	05:30	5/16"	145	0.08	1891
15:50	06:05	3/16"	104	0.03	3767
16:05	06:20	3/16"	190	0.03	6881

FRAGUADO INICIAL (F.I) 04:41
FRAGUADO FINAL (F.F) 06:06

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.6

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Relacion a/c			0.65		
% de Aditivo			0.30		
Hora de Inicio			09:30		
HORA	TIEMPO	DIAMETRO DE AGUJA	FUERZA	AREA	PRESION
(h:m)	(h:m)	(pulg)	(lb)	(pulg ²)	(lb/pulg ²)
12:30	03:00	1"	35	0.79	45
13:00	03:30	1"	46	0.79	59
13:30	04:00	13/16"	60	0.52	116
14:00	04:30	13/16"	75	0.52	145
14:30	05:00	9/16"	80	0.25	322
15:00	05:30	9/16"	100	0.25	402
15:30	06:00	5/16"	110	0.08	1434
16:00	06:30	4/16"	95	0.05	1935
16:30	07:00	3/16"	105	0.03	3803
17:00	07:30	3/16"	130	0.03	4708

FRAGUADO INICIAL (F.I) 05:33
FRAGUADO FINAL (F.F) 07:07

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.7

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Relacion a/c			0.65		
% de Aditivo			0.50		
Hora de Inicio			09:45		
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
12:45	03:00	1"	40	0.79	51
13:15	03:30	13/16"	50	0.52	96
13:45	04:00	13/16"	64	0.52	123
14:15	04:30	9/16"	75	0.25	302
14:45	05:00	9/16"	97	0.25	390
15:15	05:30	5/16"	120	0.08	1565
15:45	06:00	4/16"	130	0.05	2648
16:15	06:30	3/16"	115	0.03	4165

FRAGUADO INICIAL (F.I) 05:03
FRAGUADO FINAL (F.F) 06:27

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.8

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Relacion a/c			0.65		
% de Aditivo			0.70		
Hora de Inicio			09:20		
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
12:20	03:00	1"	35	0.79	45
12:50	03:30	13/16"	45	0.52	87
13:20	04:00	13/16"	70	0.52	135
13:50	04:30	9/16"	75	0.25	302
14:20	05:00	9/16"	90	0.25	362
14:50	05:30	5/16"	80	0.08	1043
15:20	06:00	5/16"	95	0.08	1239
15:50	06:30	3/16"	100	0.03	3622
16:20	07:00	3/16"	112	0.03	4056

FRAGUADO INICIAL (F.I) 05:06

FRAGUADO FINAL (F.F) 06:56

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.9

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Relacion a/c			0.70		
% de Aditivo			0.00		
Hora de Inicio			08:50		
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
11:50	03:00	1"	30	0.79	38
12:20	03:30	1"	55	0.79	70
12:50	04:00	13/16"	99	0.52	191
13:20	04:30	13/16"	100	0.52	193
13:50	05:00	9/16"	105	0.25	423
14:20	05:30	9/16"	110	0.25	443
14:50	06:00	5/16"	120	0.08	1565
15:20	06:30	4/16"	140	0.05	2852
15:50	07:00	3/16"	175	0.03	6338

FRAGUADO INICIAL (F.I) 05:32
FRAGUADO FINAL (F.F) 06:40

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.10

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

Tipo de Cemento	SOL TIPO I
Relacion a/c	0.70
% de Aditivo	0.30
Hora de Inicio	09:30

HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
13:00	03:30	1"	35	0.79	45
13:30	04:00	1"	50	0.79	64
14:00	04:30	13/16"	90	0.52	174
14:30	05:00	13/16"	95	0.52	183
15:00	05:30	9/16"	103	0.25	414
15:30	06:00	9/16"	110	0.25	443
16:00	06:30	5/16"	120	0.08	1565
16:30	07:00	4/16"	110	0.05	2241
17:00	07:30	3/16"	130	0.03	4708

FRAGUADO INICIAL (F.I)	06:02
FRAGUADO FINAL (F.F)	07:21

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.11

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Relacion a/c			0.70		
% de Aditivo			0.50		
Hora de Inicio			09:20		
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
12:50	03:30	1"	30	0.79	38
13:20	04:00	1"	35	0.79	45
13:50	04:30	13/16"	50	0.52	96
14:20	05:00	13/16"	55	0.52	106
14:50	05:30	9/16"	60	0.25	241
15:20	06:00	9/16"	60	0.25	241
15:50	06:30	5/16"	80	0.08	1043
16:20	07:00	4/16"	100	0.05	2037
16:50	07:30	3/16"	112	0.03	4056

FRAGUADO INICIAL (F.I) 06:10
FRAGUADO FINAL (F.F) 07:29

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A3.7.12

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO					
Tipo de Cemento			SOL TIPO I		
Relacion a/c			0.70		
% de Aditivo			0.70		
Hora de Inicio			09:00		
HORA DE APLICACIÓN (h:m)	TIEMPO (h:m)	DIAMETRO DE AGUJA (pulg)	FUERZA (lb)	AREA (pulg ²)	PRESION (lb/pulg ²)
12:30	03:30	1"	27	0.79	34
13:00	04:00	1"	30	0.79	38
13:30	04:30	13/16"	45	0.52	87
14:00	05:00	13/16"	50	0.52	96
14:30	05:30	9/16"	60	0.25	241
15:00	06:00	9/16"	70	0.25	282
15:30	06:30	5/16"	80	0.08	1043
16:00	06:50	5/16"	90	0.08	1173
16:30	07:10	4/16"	120	0.05	2445
17:00	07:30	3/16"	125	0.03	4527

FRAGUADO INICIAL (F.I) 06:09
FRAGUADO FINAL (F.F) 07:25

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.1

ENSAYO DE COMPRESION

A/C = 0.60

PROBETAS DE 6x12"

CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
49,600.00	15.10	179.08	276.97	
49,400.00	15.05	177.89	277.70	275.64
49,400.00	15.20	181.46	272.24	
14 dias				
61,600.00	15.20	181.46	339.47	
61,300.00	15.10	179.08	342.31	342.50
61,500.00	15.05	177.89	345.72	
28 dias				
65,000.00	15.20	181.46	358.21	
64,900.00	15.00	176.71	367.27	
65,200.00	15.10	179.08	364.08	361.80
65,000.00	15.20	181.46	358.21	
65,100.00	15.20	181.46	358.76	
64,800.00	15.05	177.89	364.27	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.2				
ENSAYO DE COMPRESION				
A/C = 0.65				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
46,900.00	15.10	179.08	261.89	260.56
46,800.00	15.10	179.08	261.34	
46,900.00	15.20	181.46	258.46	
14 dias				
52,400.00	15.10	179.08	292.61	291.24
52,100.00	15.05	177.89	292.88	
52,300.00	15.20	181.46	288.22	
28 dias				
57,300.00	15.30	183.85	311.67	315.24
57,100.00	15.20	181.46	314.67	
57,000.00	15.30	183.85	310.04	
57,200.00	15.05	177.89	321.55	
57,200.00	15.10	179.08	319.41	
57,000.00	15.20	181.46	314.12	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.3				
ENSAYO DE COMPRESION				
A/C = 0.70				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 días				
40,700.00	15.00	176.71	230.32	
40,800.00	15.10	179.08	227.83	227.11
40,500.00	15.20	181.46	223.19	
14 días				
47,900.00	15.10	179.08	267.48	
48,200.00	15.00	176.71	272.76	269.43
48,000.00	15.10	179.08	268.04	
28 días				
52,900.00	15.20	181.46	291.52	
52,800.00	15.10	179.08	294.84	
52,600.00	15.10	179.08	293.72	290.09
52,600.00	15.30	183.85	286.10	
52,700.00	15.30	183.85	286.65	
52,900.00	15.30	183.85	287.73	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.4				
ENSAYO DE COMPRESION				
A/C = 0.60 (0.3% ADITIVO)				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
57,200.00	15.05	177.89	321.55	316.15
56,100.00	15.20	181.46	309.16	
56,900.00	15.10	179.08	317.74	
14 dias				
67,600.00	15.10	179.08	377.48	372.14
66,500.00	15.20	181.46	366.47	
66,700.00	15.10	179.08	372.46	
28 dias				
73,500.00	15.10	179.08	410.43	412.32
74,100.00	15.20	181.46	408.35	
74,900.00	15.10	179.08	418.25	
73,100.00	15.10	179.08	408.20	
73,700.00	15.10	179.08	411.55	
74,200.00	15.05	177.89	417.11	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.5				
ENSAYO DE COMPRESION				
A/C = 0.60 (0.5% ADITIVO)				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
58,500.00	15.10	179.08	326.67	
58,200.00	15.20	181.46	320.73	326.18
59,300.00	15.10	179.08	331.14	
14 dias				
63,800.00	15.00	176.71	361.04	
64,800.00	15.10	179.08	361.85	360.56
63,400.00	15.00	176.71	358.78	
28 dias				
72,600.00	15.10	179.08	405.41	
71,600.00	15.20	181.46	394.58	
71,600.00	15.20	181.46	394.58	399.46
72,300.00	15.20	181.46	398.43	
71,500.00	15.20	181.46	394.03	
72,400.00	15.00	176.71	409.71	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.6				
ENSAYO DE COMPRESION				
A/C = 0.60 (0.7% ADITIVO)				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
58,800.00	15.10	179.08	328.34	
58,200.00	15.20	181.46	320.73	324.66
57,800.00	15.05	177.89	324.92	
14 dias				
64,200.00	15.10	179.08	358.50	
63,200.00	15.20	181.46	348.29	355.84
64,600.00	15.10	179.08	360.73	
28 dias				
72,100.00	15.20	181.46	397.33	
71,200.00	15.10	179.08	397.59	
71,100.00	15.30	183.85	386.73	396.44
72,100.00	15.10	179.08	402.61	
72,000.00	15.20	181.46	396.78	
71,200.00	15.10	179.08	397.59	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.7				
ENSAYO DE COMPRESION				
A/C = 0.65 (0.3% ADITIVO)				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
51,500.00	15.00	176.71	291.44	283.41
50,400.00	15.20	181.46	277.75	
51,000.00	15.20	181.46	281.05	
14 dias				
58,600.00	15.10	179.08	327.23	325.36
57,300.00	15.00	176.71	324.26	
58,900.00	15.20	181.46	324.59	
28 dias				
64,800.00	15.20	181.46	357.10	357.60
63,900.00	15.10	179.08	356.82	
64,900.00	15.20	181.46	357.65	
64,500.00	15.20	181.46	355.45	
64,900.00	15.20	181.46	357.65	
64,200.00	15.05	177.89	360.90	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.8				
ENSAYO DE COMPRESION				
A/C = 0.65 (0.5% ADITIVO)				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
51,600.00	15.20	181.46	284.36	
51,200.00	15.10	179.08	285.91	287.07
52,100.00	15.10	179.08	290.93	
14 dias				
57,400.00	15.20	181.46	316.32	
56,900.00	15.20	181.46	313.57	319.18
57,900.00	15.00	176.71	327.66	
28 dias				
60,800.00	15.20	181.46	335.06	
61,100.00	15.10	179.08	341.19	
61,100.00	15.05	177.89	343.47	340.91
61,200.00	15.10	179.08	341.75	
61,800.00	15.20	181.46	340.57	
61,500.00	15.10	179.08	343.42	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.9				
ENSAYO DE COMPRESION				
A/C = 0.65 (0.7% ADITIVO)				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
50,200.00	15.10	179.08	280.32	
49,800.00	15.20	181.46	274.44	278.05
50,700.00	15.20	181.46	279.40	
14 dias				
56,600.00	15.20	181.46	311.91	
56,400.00	15.20	181.46	310.81	315.32
57,500.00	15.05	177.89	323.23	
28 dias				
60,800.00	15.20	181.46	335.06	
60,100.00	15.20	181.46	331.20	
60,600.00	15.10	179.08	338.40	334.79
60,200.00	15.10	179.08	336.16	
61,100.00	15.20	181.46	336.71	
60,100.00	15.20	181.46	331.20	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cartera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.10

ENSAYO DE COMPRESION**A/C = 0.70 (0.3% ADITIVO)****PROBETAS DE 6x12"**

CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
42,500.00	15.20	181.46	234.21	
42,200.00	15.10	179.08	235.65	235.32
42,000.00	15.05	177.89	236.10	
14 dias				
50,500.00	15.20	181.46	278.30	
50,900.00	15.10	179.08	284.23	282.44
51,000.00	15.10	179.08	284.79	
28 dias				
60,500.00	15.05	177.89	340.10	
59,900.00	15.10	179.08	334.49	
59,600.00	15.20	181.46	328.45	334.43
60,400.00	15.20	181.46	332.86	
60,600.00	15.20	181.46	333.96	
60,300.00	15.10	179.08	336.72	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.11

ENSAYO DE COMPRESION**A/C = 0.70 (0.5% ADITIVO)****PROBETAS DE 6x12"**

CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
44,300.00	15.10	179.08	247.38	
44,900.00	15.20	181.46	247.44	245.58
43,900.00	15.20	181.46	241.93	
14 dias				
52,200.00	15.05	177.89	293.44	
51,600.00	15.10	179.08	288.14	291.57
51,800.00	15.00	176.71	293.14	
28 dias				
59,200.00	15.20	181.46	326.24	
58,900.00	15.10	179.08	328.90	
58,500.00	15.00	176.71	331.05	328.57
59,300.00	15.10	179.08	331.14	
58,500.00	15.20	181.46	322.39	
59,400.00	15.10	179.08	331.70	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO Nro. A.4.1.12				
ENSAYO DE COMPRESION				
A/C = 0.70 (0.7% ADITIVO)				
PROBETAS DE 6x12"				
CARGA (Kgf)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	PROMEDIO (kg/cm ²)
7 dias				
44,500.00	15.20	181.46	245.23	
44,100.00	15.20	181.46	243.03	244.31
44,400.00	15.20	181.46	244.68	
14 dias				
50,900.00	15.10	179.08	284.23	
51,700.00	15.10	179.08	288.70	286.46
51,300.00	15.10	179.08	286.46	
28 dias				
57,200.00	15.10	179.08	319.41	
56,700.00	15.10	179.08	316.62	
57,200.00	15.10	179.08	319.41	318.39
57,400.00	15.10	179.08	320.53	
56,300.00	15.10	179.08	314.38	
57,300.00	15.10	179.08	319.97	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A.4.2.1

ENSAYO DE COMPRESION DIAMETRAL					
Tipo de Cemento			SOL TIPO 1		
Relacion de a/c			0.6		
Edad del Concreto			28 dias		
Nro Diseño	Diametro D(cm)	Longitud L(cm)	Carga P(Tn)	ft (kg/cm ²)	ft Prom. (kg/cm ²)
Aditivo = 0.00%					
b1	15	30.2	21.7	30.5	28.5
	15.2	30.2	19.3	26.8	
	15.1	30.7	20.5	28.2	
Aditivo = 0.30%					
b2	15.2	30.1	22.1	30.8	30.6
	15.3	30.4	23.2	31.8	
	15.4	30.5	21.7	29.4	
Aditivo = 0.50%					
b3	15	30.6	24.1	33.4	31.7
	15.4	30.5	21.5	29.1	
	15.1	30.2	23.4	32.7	
Aditivo = 0.70%					
b4	15.1	30.1	20.5	28.7	30.7
	15	30.6	22.3	30.9	
	15.2	30.2	23.5	32.6	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A.4.2.2

ENSAYO DE COMPRESION DIAMETRAL					
Tipo de Cemento			SOL TIPO 1		
Relacion de a/c			0.65		
Edad del Concreto			28 dias		
Nro Diseño	Diametro (cm)	Longitud (cm)	Carga (Tn)	ft (kg/cm2)	ft Prom. (kg/cm2)
Aditivo = 0.00%					
b1	15.1	30.2	19.1	26.7	26.8
	15.5	30.5	18.2	24.5	
	15.3	30.7	21.5	29.1	
Aditivo = 0.30%					
b2	15.1	30.4	22.1	30.6	29.1
	15.3	30.2	21	28.9	
	15	30.5	19.9	27.7	
Aditivo = 0.50%					
b3	15.2	30.1	21.5	29.9	30.5
	15.3	30.6	20.1	27.3	
	15.2	30.2	24.7	34.3	
Aditivo = 0.70%					
b4	15.4	30.1	20.1	27.6	28.1
	15.5	30.4	22.4	30.3	
	15.2	30.5	19.2	26.4	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

A.4.2.3

ENSAYO DE COMPRESION DIAMETRAL					
Tipo de Cemento			SOL TIPO 1		
Relacion de a/c			0.7		
Edad del Concreto			28 dias		
Nro Diseño	Diametro (cm)	Longitud (cm)	Carga (Tn)	ft (kg/cm ²)	ft Prom. (kg/cm ²)
Aditivo = 0.00%					
b1	15.6	30.2	18.5	25.0	25.0
	15.4	30.6	20	27.0	
	15.5	30.5	17.1	23.0	
Aditivo = 0.30%					
b2	15.2	30.2	21	29.1	26.2
	15.4	30.4	19.1	26.0	
	15.2	30.6	17.2	23.5	
Aditivo = 0.50%					
b3	15.4	30.5	18.4	24.9	27.3
	15.5	30.2	21.2	28.8	
	15.1	30.2	20.1	28.1	
Aditivo = 0.70%					
b4	15.5	30.4	18.8	25.4	25.8
	15.3	30.5	19	25.9	
	15.5	30.2	19.1	26.0	

LEYENDA

Agregados: Arena Gruesa y Piedra partida

Procedencia: Cantera "La Gloria"

Aditivo: Plastiment HE 98

Laboratorio: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la FIC LEM-UNI

CUADRO N° A.4.3.1

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:		SOL	
Identificacion		:		1	
Asentamiento		:		3" a 4"	
Relacion de a/c		:		0.6	
% de Aditivo		:		0.00% (Plastiment HE-98)	
Edad del Concreto		:		28 dias	
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	10.81	0.1	0.1	0.1	0.10
4000	21.61	0.1	0.1	0.1	0.10
6000	32.42	0.2	0.2	0.2	0.20
8000	43.23	0.6	0.3	0.5	0.45
10000	54.04	1.1	0.8	1.0	0.95
12000	64.84	1.4	1.3	1.4	1.35
14000	75.65	1.7	1.8	1.8	1.75
16000	86.46	2.1	2.0	2.1	2.05
18000	97.27	2.5	2.4	2.5	2.45
20000	108.07	2.8	3.0	2.9	2.90
22000	118.88	3.2	3.3	3.3	3.25
24000	129.69	3.7	3.8	3.8	3.75
26000	140.50	4.2	4.2	4.2	4.20
28000	151.30	4.7	4.7	4.7	4.70
30000	162.11	5.1	5.1	5.1	5.10
32000	172.92	5.5	5.5	5.5	5.50
34000	183.73	6.1	5.9	6.0	6.00
36000	194.53	6.4	6.2	6.3	6.30
38000	205.34	7.0	6.8	6.9	6.90
40000	216.15	7.5	7.2	7.4	7.35
42000	226.96	7.9	7.9	7.9	7.90
44000	237.76	8.4	8.3	8.4	8.35
46000	248.57	9.0	8.7	8.9	8.85
48000	259.38	9.5	9.1	9.3	9.30
50000	270.19	10.1	9.9	10.0	10.00
52000	280.99	10.8	10.3	10.6	10.55
54000	291.80	11.3	10.9	11.1	11.10
56000	302.61	11.9	11.2	11.6	11.55
58000	313.42	12.6	11.9	12.3	12.25
60000	324.22	13.3	12.2	12.8	12.75
62000	335.03	13.9	13.0	13.5	13.45
64000	345.84	14.7	13.5	14.1	14.10
66000	356.65	15.6	14.2	14.9	14.90
68000	367.45	16.5	15.1	15.8	15.80

Diametro(cm)	15.35	S1(kg/cm ²) =	44.31
Area(cm ²)	185.1	S2(kg/cm ²) =	150.87
Carga Maxima(kg)	69800	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	377.2	e2 =	4.68
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	150.9	Ec =	2.5E+05

CUADRO N° A.4.3.2

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	2		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.6		
% de Aditivo		:	0.00% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.2	0.2	0.15
2000	10.88	0.2	0.2	0.2	0.20
4000	21.76	0.2	0.2	0.2	0.20
6000	32.63	0.3	0.3	0.3	0.30
8000	43.51	0.4	0.4	0.4	0.40
10000	54.39	0.8	0.8	0.8	0.80
12000	65.27	1.3	1.2	1.3	1.25
14000	76.15	2.3	1.6	2.0	1.95
16000	87.03	2.6	2.0	2.3	2.30
18000	97.90	2.8	2.4	2.6	2.60
20000	108.78	3.1	2.7	2.9	2.90
22000	119.66	3.7	3.1	3.4	3.40
24000	130.54	4.2	3.5	3.9	3.85
26000	141.42	4.6	3.9	4.3	4.25
28000	152.29	5.1	4.2	4.7	4.65
30000	163.17	5.9	4.7	5.3	5.30
32000	174.05	6.3	5.2	5.8	5.75
34000	184.93	6.7	5.4	6.1	6.05
36000	195.81	7.2	5.9	6.6	6.55
38000	206.69	7.7	6.3	7.0	7.00
40000	217.56	8.5	6.8	7.7	7.65
42000	228.44	8.9	7.2	8.1	8.05
44000	239.32	9.5	7.7	8.6	8.60
46000	250.20	10.1	8.1	9.1	9.10
48000	261.08	10.7	8.5	9.6	9.60
50000	271.96	11.3	9.0	10.2	10.15
52000	282.83	12.1	9.5	10.8	10.80
54000	293.71	12.4	10.0	11.2	11.20
56000	304.59	13.3	10.4	11.9	11.85
58000	315.47	14.0	11.0	12.5	12.50
60000	326.35	14.7	11.5	13.1	13.10
62000	337.22	15.7	12.1	13.9	13.90
64000	348.10	16.2	12.7	14.5	14.45
66000	358.98	17.1	13.2	15.2	15.15
68000	369.86	17.9	13.8	15.9	15.85
70000	380.74	19.0	14.5	16.8	16.75
72000	391.62	20.3	15.3	17.8	17.80

Diametro(cm)	15.3	S1(kg/cm ²) =	46.23
Area(cm ²)	183.9	S2(kg/cm ²) =	157.08
Carga Maxima(kg)	72200	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	392.7	e2 =	4.94
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	157.1	Ec =	2.5E+05

CUADRO N° A.4.3.3

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	3		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.6		
% de Aditivo		:	0.00% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.1	0.1	0.05
2000	10.88	0.1	0.2	0.2	0.15
4000	21.76	0.3	0.2	0.3	0.25
6000	32.63	0.3	0.3	0.3	0.30
8000	43.51	0.5	0.4	0.5	0.45
10000	54.39	0.8	0.8	0.8	0.80
12000	65.27	1.3	1.3	1.3	1.30
14000	76.15	2.3	1.7	2.0	2.00
16000	87.03	2.6	2.0	2.3	2.30
18000	97.90	2.8	2.4	2.6	2.60
20000	108.78	3.3	2.6	3.0	2.95
22000	119.66	3.7	3.1	3.4	3.40
24000	130.54	4.2	3.5	3.9	3.85
26000	141.42	4.6	3.9	4.3	4.25
28000	152.29	5.1	4.3	4.7	4.70
30000	163.17	5.4	4.6	5.0	5.00
32000	174.05	6.1	5.2	5.7	5.65
34000	184.93	6.4	5.4	5.9	5.90
36000	195.81	7.2	6.0	6.6	6.60
38000	206.69	7.5	6.3	6.9	6.90
40000	217.56	8.5	6.8	7.7	7.65
42000	228.44	8.9	7.2	8.1	8.05
44000	239.32	9.4	7.7	8.6	8.55
46000	250.20	10.1	8.0	9.0	9.03
48000	261.08	10.5	8.5	9.5	9.50
50000	271.96	11.3	9.0	10.2	10.15
52000	282.83	12.0	9.5	10.8	10.75
54000	293.71	12.4	10.1	11.3	11.25
56000	304.59	13.3	10.3	11.8	11.80
58000	315.47	14.0	11.0	12.5	12.50
60000	326.35	14.5	11.5	13.0	13.00
62000	337.22	15.7	12.1	13.9	13.90
64000	348.10	16.2	12.5	14.4	14.35
66000	358.98	17.0	13.0	15.0	15.00
68000	369.86	17.4	13.4	15.4	15.40
70000	380.74	18.9	16.1	17.5	17.50

Diametro(cm)	15.3	S1(kg/cm ²) =	45.067
Area(cm ²)	183.9	S2(kg/cm ²) =	154.69
Carga Maxima(kg)	71100	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	386.7	e2 =	4.77
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	154.7	Ec =	2.6E+05

CUADRO N° A.4.3.4

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	1		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.6		
% de Aditivo		:	0.30% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.2	0.2	0.2	0.20
2000	11.32	0.3	0.3	0.3	0.30
4000	22.64	0.4	0.4	0.4	0.40
6000	33.95	0.4	0.5	0.5	0.45
8000	45.27	0.5	0.6	0.6	0.55
10000	56.59	0.6	0.6	0.6	0.60
12000	67.91	1.2	1.0	1.1	1.10
14000	79.22	1.6	1.5	1.6	1.55
16000	90.54	2.1	1.8	2.0	1.95
18000	101.86	2.5	2.2	2.4	2.35
20000	113.18	3.2	2.6	2.9	2.90
22000	124.49	3.5	2.9	3.2	3.20
24000	135.81	4.1	3.3	3.7	3.70
26000	147.13	4.6	3.8	4.2	4.20
28000	158.45	5.1	4.1	4.6	4.60
30000	169.77	5.7	4.6	5.2	5.15
32000	181.08	6.2	5.0	5.6	5.60
34000	192.40	6.8	5.4	6.1	6.10
36000	203.72	7.3	6.0	6.7	6.65
38000	215.04	7.9	6.3	7.1	7.10
40000	226.35	8.5	6.7	7.6	7.60
42000	237.67	9.0	7.2	8.1	8.10
44000	248.99	9.7	7.6	8.7	8.65
46000	260.31	10.4	8.2	9.3	9.30
48000	271.62	11.0	8.7	9.9	9.85
50000	282.94	11.7	9.2	10.5	10.45
52000	294.26	12.5	9.9	11.2	11.20
54000	305.58	13.2	10.5	11.9	11.85
56000	316.90	14.1	11.2	12.7	12.65
58000	328.21	14.9	11.8	13.4	13.35
60000	339.53	15.8	12.5	14.2	14.15
62000	350.85	16.9	13.3	15.1	15.10
64000	362.17	18.0	14.1	16.1	16.05
66000	373.48	19.2	14.9	17.1	17.05
68000	384.80	20.5	15.8	18.2	18.15
70000	396.12	22.0	16.9	19.5	19.5

Diametro(cm)	15	S1(kg/cm ²) =	39.61
Area(cm ²)	176.7	S2(kg/cm ²) =	161.84
Carga Maxima(kg)	71500	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	404.6	e2 =	4.77
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	161.8	Ec =	2.9E+05

CUADRO N° A.4.3.5

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	2		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.6		
% de Aditivo		:	0.30% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 días		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.2	0.1	0.10
2000	11.17	0.1	0.2	0.2	0.15
4000	22.34	0.2	0.3	0.3	0.25
6000	33.50	0.6	0.6	0.6	0.60
8000	44.67	1.1	1.0	1.1	1.05
10000	55.84	1.6	1.3	1.5	1.45
12000	67.01	2.0	1.7	1.9	1.85
14000	78.18	2.4	2.0	2.2	2.20
16000	89.35	2.9	2.4	2.7	2.65
18000	100.51	3.4	2.8	3.1	3.10
20000	111.68	3.9	3.2	3.6	3.55
22000	122.85	4.4	3.5	4.0	3.95
24000	134.02	4.7	4.0	4.4	4.35
26000	145.19	5.2	4.5	4.9	4.85
28000	156.36	5.7	4.8	5.3	5.25
30000	167.52	6.2	5.1	5.7	5.65
32000	178.69	6.7	5.7	6.2	6.20
34000	189.86	7.3	6.1	6.7	6.70
36000	201.03	7.9	6.5	7.2	7.20
38000	212.20	8.4	6.9	7.7	7.65
40000	223.37	8.9	7.4	8.2	8.15
42000	234.53	9.5	7.9	8.7	8.70
44000	245.70	10.1	8.4	9.3	9.25
46000	256.87	10.7	8.8	9.8	9.75
48000	268.04	11.3	9.4	10.4	10.35
50000	279.21	12.0	10.0	11.0	11.00
52000	290.38	12.6	10.5	11.6	11.55
54000	301.54	13.4	11.1	12.3	12.25
56000	312.71	14.0	11.7	12.9	12.85
58000	323.88	14.8	12.3	13.6	13.55
60000	335.05	15.6	13.0	14.3	14.30
62000	346.22	16.5	13.7	15.1	15.10
64000	357.38	17.4	14.3	15.9	15.85
66000	368.55	18.2	15.1	16.7	16.65
68000	379.72	19.3	15.8	17.6	17.55
70000	390.89	20.8	16.8	18.8	18.80
72000	402.06	22.0	17.7	19.9	19.85

Diametro(cm)	15.1	S1(kg/cm ²) =	31.02
Area(cm ²)	179.1	S2(kg/cm ²) =	163.28
Carga Maxima(kg)	73100	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	408.2	e2 =	5.50
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	163.3	Ec =	2.6E+05

CUADRO N° A.4.3.6

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	3		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.6		
% de Aditivo		:	0.30% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.1	0.1	0.05
2000	10.74	0.1	0.2	0.2	0.15
4000	21.47	0.3	0.3	0.3	0.30
6000	32.21	0.7	0.7	0.7	0.70
8000	42.95	1.1	1.0	1.1	1.05
10000	53.69	1.8	1.4	1.6	1.60
12000	64.42	2.0	1.7	1.9	1.85
14000	75.16	2.4	2.0	2.2	2.20
16000	85.90	3.0	2.5	2.8	2.75
18000	96.64	3.4	2.8	3.1	3.10
20000	107.37	3.9	3.2	3.6	3.55
22000	118.11	4.4	3.7	4.1	4.05
24000	128.85	4.7	4.0	4.4	4.35
26000	139.59	5.2	4.3	4.8	4.75
28000	150.32	5.7	4.8	5.3	5.25
30000	161.06	6.0	5.1	5.6	5.55
32000	171.80	6.6	5.6	6.1	6.10
34000	182.54	7.3	6.1	6.7	6.70
36000	193.27	7.9	6.5	7.2	7.20
38000	204.01	8.4	6.9	7.7	7.65
40000	214.75	8.9	7.4	8.2	8.15
42000	225.49	9.5	7.9	8.7	8.70
44000	236.22	10.1	8.4	9.3	9.25
46000	246.96	10.7	8.8	9.8	9.75
48000	257.70	11.3	9.4	10.4	10.35
50000	268.43	12.0	10.0	11.0	11.00
52000	279.17	12.6	10.5	11.6	11.55
54000	289.91	13.4	11.0	12.2	12.20
56000	300.65	14.0	11.7	12.9	12.85
58000	311.38	14.8	12.2	13.5	13.50
60000	322.12	15.4	13.0	14.2	14.20
62000	332.86	16.5	13.7	15.1	15.10
64000	343.60	17.4	14.1	15.8	15.75
66000	354.33	18.2	15.2	16.7	16.70
68000	365.07	19.1	15.5	17.3	17.30
70000	375.81	21.9	17.0	19.5	19.45
72000	386.55	23.4	18.2	20.8	20.80

Diametro(cm) 15.4
 Area(cm²) 186.3
 Carga Maxima(kg) 73800
 Rotura f'cr (kg/cm²) 396.2
 E2=0.4 f'cr (kg/cm²) 158.5

S1(kg/cm²) = 26.84
 S2(kg/cm²) = 158.48
 e1 = 0.5
 e2 = 5.48
 Ec = 2.6E+05

CUADRO N° A.4.3.7

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	1		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.6		
% de Aditivo		:	0.50% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.1	0.1	0.10
2000	10.74	0.2	0.2	0.2	0.20
4000	21.47	0.7	0.7	0.7	0.70
6000	32.21	1.1	1.0	1.1	1.05
8000	42.95	1.3	1.4	1.4	1.35
10000	53.69	1.8	1.8	1.8	1.80
12000	64.42	2.3	2.2	2.3	2.25
14000	75.16	2.6	2.6	2.6	2.60
16000	85.90	3.0	3.0	3.0	3.00
18000	96.64	3.5	3.4	3.5	3.45
20000	107.37	3.9	3.9	3.9	3.90
22000	118.11	4.4	4.4	4.4	4.40
24000	128.85	4.7	4.7	4.7	4.70
26000	139.59	5.2	5.1	5.2	5.15
28000	150.32	5.6	5.7	5.7	5.65
30000	161.06	6.1	6.2	6.2	6.15
32000	171.80	6.6	6.6	6.6	6.60
34000	182.54	7.1	7.1	7.1	7.10
36000	193.27	7.5	7.6	7.6	7.55
38000	204.01	8.0	8.1	8.1	8.05
40000	214.75	8.5	8.7	8.6	8.60
42000	225.49	9.0	9.2	9.1	9.10
44000	236.22	9.4	9.8	9.6	9.60
46000	246.96	9.9	10.7	10.3	10.30
48000	257.70	10.4	11.0	10.7	10.70
50000	268.43	11.0	11.5	11.3	11.25
52000	279.17	11.6	12.1	11.9	11.85
54000	289.91	12.1	12.8	12.5	12.45
56000	300.65	12.6	13.5	13.1	13.05
58000	311.38	13.2	14.2	13.7	13.70
60000	322.12	13.9	14.9	14.4	14.40
62000	332.86	14.6	15.7	15.2	15.15
64000	343.60	15.3	16.6	16.0	15.95
66000	354.33	16.0	17.7	16.9	16.85
68000	365.07	16.9	18.4	17.7	17.65
70000	375.81	17.6	19.3	18.5	18.5
72000	386.55	18.6	20.7	19.7	19.7
74000	397.28	19.7	22.2	21.0	21.0

Diametro(cm)	15.4	S1(kg/cm ²) =	17.18
Area(cm ²)	186.3	S2(kg/cm ²) =	160.63
Carga Maxima(kg)	74800	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	401.6	e2 =	6.13
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	160.6	Ec =	2.5E+05

CUADRO N° A.4.3.8

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	2		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.6		
% de Aditivo		:	0.50% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 días'		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.1	0.1	0.05
2000	10.74	0.1	0.2	0.2	0.15
4000	21.47	0.2	0.2	0.2	0.20
6000	32.21	0.2	0.3	0.3	0.25
8000	42.95	0.3	0.4	0.4	0.35
10000	53.69	0.6	0.7	0.7	0.65
12000	64.42	1.1	1.1	1.1	1.10
14000	75.16	1.5	1.4	1.5	1.45
16000	85.90	2.0	1.8	1.9	1.90
18000	96.64	2.5	2.2	2.4	2.35
20000	107.37	2.9	2.7	2.8	2.80
22000	118.11	3.4	3.0	3.2	3.20
24000	128.85	3.9	3.5	3.7	3.70
26000	139.59	4.4	3.9	4.2	4.15
28000	150.32	4.8	4.4	4.6	4.60
30000	161.06	5.3	4.9	5.1	5.10
32000	171.80	5.8	5.3	5.6	5.55
34000	182.54	6.4	5.8	6.1	6.10
36000	193.27	6.8	6.2	6.5	6.50
38000	204.01	7.4	6.7	7.1	7.05
40000	214.75	7.8	7.1	7.5	7.45
42000	225.49	8.4	7.5	8.0	7.95
44000	236.22	8.9	8.1	8.5	8.50
46000	246.96	9.3	8.7	9.0	9.00
48000	257.70	10.0	9.2	9.6	9.60
50000	268.43	10.3	9.9	10.1	10.10
52000	279.17	11.0	10.5	10.8	10.75
54000	289.91	11.6	11.2	11.4	11.40
56000	300.65	12.2	11.8	12.0	12.00
58000	311.38	13.0	12.4	12.7	12.70
60000	322.12	13.7	13.1	13.4	13.40
62000	332.86	14.4	13.8	14.1	14.10
64000	343.60	15.2	14.5	14.9	14.85
66000	354.33	16.0	15.4	15.7	15.70
68000	365.07	17.0	16.2	16.6	16.60
70000	375.81	18.0	17.1	17.6	17.55
72000	386.55	19.2	18.2	18.7	18.70

Diametro(cm) 15.4

Area(cm²) 186.3

Carga Maxima(kg) 73100

Rotura f'cr (kg/cm²) 392.5E2=0.4 f'cr (kg/cm²) 157.0S1(kg/cm²) = 48.32S2(kg/cm²) = 156.98

e1 = 0.5

e2 = 4.91

Ec = 2.5E+05

CUADRO N° A.4.3.9

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	3		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.6		
% de Aditivo		:	0.50% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	11.32	0.0	0.2	0.1	0.10
4000	22.64	0.1	0.2	0.2	0.15
6000	33.95	0.2	0.3	0.3	0.25
8000	45.27	0.3	0.4	0.4	0.35
10000	56.59	0.6	0.8	0.7	0.70
12000	67.91	1.1	1.1	1.1	1.10
14000	79.22	1.5	1.4	1.5	1.45
16000	90.54	2.1	1.8	2.0	1.95
18000	101.86	2.5	2.2	2.4	2.35
20000	113.18	2.9	2.6	2.8	2.75
22000	124.49	3.4	3.0	3.2	3.20
24000	135.81	3.9	3.5	3.7	3.70
26000	147.13	4.4	3.9	4.2	4.15
28000	158.45	4.8	4.4	4.6	4.60
30000	169.77	5.3	4.9	5.1	5.10
32000	181.08	6.1	5.3	5.7	5.70
34000	192.40	6.4	5.8	6.1	6.10
36000	203.72	6.8	6.2	6.5	6.50
38000	215.04	7.4	6.7	7.1	7.05
40000	226.35	7.8	7.1	7.5	7.45
42000	237.67	8.6	7.6	8.1	8.10
44000	248.99	8.9	8.1	8.5	8.50
46000	260.31	9.3	8.7	9.0	9.00
48000	271.62	10.1	9.2	9.7	9.65
50000	282.94	10.3	9.6	10.0	9.95
52000	294.26	11.2	10.5	10.9	10.85
54000	305.58	11.6	11.2	11.4	11.40
56000	316.90	12.2	11.8	12.0	12.00
58000	328.21	13.0	12.2	12.6	12.60
60000	339.53	13.9	13.0	13.5	13.45
62000	350.85	14.3	13.6	14.0	13.95
64000	362.17	15.2	14.0	14.6	14.60
66000	373.48	16.0	15.3	15.7	15.65
68000	384.80	16.8	16.0	16.4	16.40
70000	396.12	17.9	17.4	17.7	17.65
72000	407.44	20.5	19.0	19.8	19.75

Diametro(cm)	15	S1(kg/cm ²) =	50.12
Area(cm ²)	176.7	S2(kg/cm ²) =	165.46
Carga Maxima(kg)	73100	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	413.7	e2 =	4.91
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	165.5	Ec =	2.6E+05

CUADRO N° A.4.4.1

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	1		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.6		
% de Aditivo		:	0.70% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.1	0.1	0.10
2000	10.33	0.4	0.3	0.4	0.35
4000	20.66	0.7	0.6	0.7	0.65
6000	30.99	1.2	0.9	1.1	1.05
8000	41.32	1.6	1.2	1.4	1.40
10000	51.65	2.0	1.6	1.8	1.80
12000	61.99	2.4	2.0	2.2	2.20
14000	72.32	2.7	2.3	2.5	2.50
16000	82.65	3.2	2.7	3.0	2.95
18000	92.98	3.5	3.1	3.3	3.30
20000	103.31	4.0	3.5	3.8	3.75
22000	113.64	4.4	3.9	4.2	4.15
24000	123.97	4.9	4.3	4.6	4.60
26000	134.30	5.3	4.7	5.0	5.00
28000	144.63	5.7	5.2	5.5	5.45
30000	154.96	6.0	5.6	5.8	5.80
32000	165.30	6.4	6.0	6.2	6.20
34000	175.63	7.0	6.5	6.8	6.75
36000	185.96	7.5	7.0	7.3	7.25
38000	196.29	8.0	7.5	7.8	7.75
40000	206.62	8.5	8.0	8.3	8.25
42000	216.95	9.0	8.5	8.8	8.75
44000	227.28	9.5	8.9	9.2	9.20
46000	237.61	9.8	9.5	9.7	9.65
48000	247.94	10.2	10.0	10.1	10.10
50000	258.27	10.9	10.5	10.7	10.70
52000	268.61	11.4	11.0	11.2	11.20
54000	278.94	11.9	11.6	11.8	11.75
56000	289.27	12.5	12.1	12.3	12.30
58000	299.60	13.2	12.8	13.0	13.00
60000	309.93	13.8	13.5	13.7	13.65
62000	320.26	14.6	14.0	14.3	14.30
64000	330.59	15.4	14.8	15.1	15.10
66000	340.92	16.2	15.7	16.0	15.95
68000	351.25	17.1	16.5	16.8	16.80
70000	361.58	18.1	17.3	17.7	17.7
72000	371.91	19.3	18.3	18.8	18.8
74000	382.25	20.6	19.4	20.0	20.0
76000	392.58	22.7	20.1	21.4	21.4

Diametro(cm)	15.7	S1(kg/cm ²) =	15.50
Area(cm ²)	193.6	S2(kg/cm ²) =	158.48
Carga Maxima(kg)	76700	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	396.2	e2 =	5.94
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	158.5	Ec =	2.6E+05

CUADRO N° A.4.4.2

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	2		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.6		
% de Aditivo		:	0.70% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 días		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.1	0.1	0.10
2000	10.88	0.1	0.2	0.2	0.15
4000	21.76	0.3	0.4	0.4	0.35
6000	32.63	0.6	0.9	0.8	0.75
8000	43.51	1.0	1.3	1.2	1.15
10000	54.39	1.3	1.7	1.5	1.50
12000	65.27	1.6	2.1	1.9	1.85
14000	76.15	2.0	2.6	2.3	2.30
16000	87.03	2.3	3.0	2.7	2.65
18000	97.90	2.7	3.5	3.1	3.10
20000	108.78	3.0	3.9	3.5	3.45
22000	119.66	3.5	4.4	4.0	3.95
24000	130.54	3.9	4.9	4.4	4.40
26000	141.42	4.2	5.4	4.8	4.80
28000	152.29	4.6	5.9	5.3	5.25
30000	163.17	5.0	6.4	5.7	5.70
32000	174.05	5.4	6.9	6.2	6.15
34000	184.93	5.8	7.5	6.7	6.65
36000	195.81	6.2	8.0	7.1	7.10
38000	206.69	6.6	8.5	7.6	7.55
40000	217.56	7.0	9.1	8.1	8.05
42000	228.44	7.5	9.7	8.6	8.60
44000	239.32	7.9	10.3	9.1	9.10
46000	250.20	8.4	11.0	9.7	9.70
48000	261.08	8.9	11.6	10.3	10.25
50000	271.96	9.4	12.3	10.9	10.85
52000	282.83	9.9	13.0	11.5	11.45
54000	293.71	10.4	13.7	12.1	12.05
56000	304.59	10.9	14.5	12.7	12.70
58000	315.47	11.5	15.2	13.4	13.35
60000	326.35	12.0	16.0	14.0	14.00
62000	337.22	12.6	16.4	14.5	14.50
64000	348.10	13.2	17.0	15.1	15.10
66000	358.98	13.9	17.4	15.7	15.65
68000	369.86	14.6	17.6	16.1	16.10
70000	380.74	15.4	17.8	16.6	16.60
72000	391.62	19.2	18.2	18.7	18.70
73000	397.05	22.3	21.0	21.7	21.7

Diametro(cm)	15.3	S1(kg/cm ²) =	25.84
Area(cm ²)	183.9	S2(kg/cm ²) =	161.65
Carga Maxima(kg)	74300	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	404.1	e2 =	5.64
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	161.7	Ec =	2.6E+05

CUADRO N° A.4.4.3

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		SOL			
Identificacion		3			
Asentamiento		3" a 4"			
Relacion de a/c		0.6			
% de Aditivo		0.70% (Plastiment HE-98)			
Edad del Concreto		28 dias			
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	10.33	0.1	0.0	0.1	0.05
4000	20.66	0.1	0.1	0.1	0.10
6000	30.99	0.2	0.2	0.2	0.20
8000	41.32	0.4	0.5	0.5	0.45
10000	51.65	1.1	0.9	1.0	1.00
12000	61.99	1.5	1.3	1.4	1.40
14000	72.32	1.7	1.8	1.8	1.75
16000	82.65	2.0	2.1	2.1	2.05
18000	92.98	2.4	2.5	2.5	2.45
20000	103.31	2.8	2.9	2.9	2.85
22000	113.64	3.2	3.4	3.3	3.30
24000	123.97	3.7	3.8	3.8	3.75
26000	134.30	4.0	4.3	4.2	4.15
28000	144.63	4.7	4.6	4.7	4.65
30000	154.96	5.1	5.1	5.1	5.10
32000	165.30	5.5	5.5	5.5	5.50
34000	175.63	6.1	5.9	6.0	6.00
36000	185.96	6.5	6.2	6.4	6.35
38000	196.29	6.9	6.7	6.8	6.80
40000	206.62	7.5	7.2	7.4	7.35
42000	216.95	7.9	7.9	7.9	7.90
44000	227.28	8.4	8.3	8.4	8.35
46000	237.61	9.0	8.7	8.9	8.85
48000	247.94	9.5	9.1	9.3	9.30
50000	258.27	10.1	9.9	10.0	10.00
52000	268.61	10.8	10.3	10.6	10.55
54000	278.94	11.3	10.9	11.1	11.10
56000	289.27	11.9	11.2	11.6	11.55
58000	299.60	12.5	11.9	12.2	12.20
60000	309.93	13.3	12.2	12.8	12.75
62000	320.26	13.6	13.0	13.3	13.30
64000	330.59	14.5	13.5	14.0	14.00
66000	340.92	15.4	14.2	14.8	14.80
68000	351.25	16.6	15.1	15.9	15.85
70000	361.58	17.2	15.5	16.4	16.35

Diametro(cm)	15.2	S1(kg/cm ²) =	42.26
Area(cm ²)	181.5	S2(kg/cm ²) =	156.73
Carga Maxima(kg)	71100	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	391.8	e2 =	5.17
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	156.7	Ec =	2.5E+05

CUADRO N° A.4.4.4

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	1		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.00% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	11.17	0.2	0.0	0.1	0.10
4000	22.34	0.3	0.1	0.2	0.20
6000	33.50	0.8	0.3	0.6	0.55
8000	44.67	1.5	0.7	1.1	1.10
10000	55.84	2.3	1.0	1.7	1.65
12000	67.01	3.3	1.4	2.4	2.35
14000	78.18	3.9	1.8	2.9	2.85
16000	89.35	4.8	2.2	3.5	3.50
18000	100.51	5.6	2.5	4.1	4.05
20000	111.68	6.6	2.9	4.8	4.75
22000	122.85	7.4	3.3	5.4	5.35
24000	134.02	8.4	3.6	6.0	6.00
26000	145.19	9.3	3.9	6.6	6.60
28000	156.36	10.3	4.5	7.4	7.40
30000	167.52	11.3	4.9	8.1	8.10
32000	178.69	12.0	5.2	8.6	8.60
34000	189.86	13.2	5.6	9.4	9.40
36000	201.03	14.1	6.0	10.1	10.05
38000	212.20	15.0	6.4	10.7	10.70
40000	223.37	16.2	6.8	11.5	11.50
42000	234.53	17.5	7.3	12.4	12.40
44000	245.70	18.1	7.8	13.0	12.95
46000	256.87	19.3	8.3	13.8	13.80
48000	268.04	20.2	8.7	14.5	14.45
50000	279.21	21.1	9.1	15.1	15.10
52000	290.38	22.0	9.5	15.8	15.75
54000	301.54	23.0	9.9	16.5	16.45
56000	312.71	24.0	10.3	17.2	17.15
58000	323.88	25.0	10.8	17.9	17.90
60000	335.05	26.0	11.3	18.7	18.65

Diametro(cm)	15.1	S1(kg/cm ²) =	31.91
Area(cm ²)	179.1	S2(kg/cm ²) =	135.81
Carga Maxima(kg)	60800	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	339.5	e2 =	6.10
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	135.8	Ec =	1.9E+05

CUADRO N° A.4.4.5

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	2		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.00% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.1	0.1	0.10
2000	11.17	0.2	0.2	0.2	0.20
4000	22.34	0.2	0.2	0.2	0.20
6000	33.50	0.5	0.4	0.5	0.45
8000	44.67	0.7	0.7	0.7	0.70
10000	55.84	1.1	1.1	1.1	1.10
12000	67.01	1.4	1.5	1.5	1.45
14000	78.18	1.7	1.9	1.8	1.80
16000	89.35	2.2	2.3	2.3	2.25
18000	100.51	2.6	2.9	2.8	2.75
20000	111.68	2.9	3.2	3.1	3.05
22000	122.85	3.3	3.6	3.5	3.45
24000	134.02	3.7	4.1	3.9	3.90
26000	145.19	4.1	4.6	4.4	4.35
28000	156.36	4.5	5.1	4.8	4.80
30000	167.52	4.8	5.6	5.2	5.20
32000	178.69	5.2	6.2	5.7	5.70
34000	189.86	5.8	6.7	6.3	6.25
36000	201.03	6.2	7.2	6.7	6.70
38000	212.20	6.7	7.7	7.2	7.20
40000	223.37	7.1	8.3	7.7	7.70
42000	234.53	7.6	8.9	8.3	8.25
44000	245.70	8.1	9.6	8.9	8.85
46000	256.87	8.7	10.3	9.5	9.50
48000	268.04	9.3	10.9	10.1	10.10
50000	279.21	9.9	11.6	10.8	10.75
52000	290.38	10.5	12.2	11.4	11.35
54000	301.54	11.2	13.2	12.2	12.20
56000	312.71	11.8	14.0	12.9	12.90
58000	323.88	12.7	15.0	13.9	13.85
60000	335.05	13.6	16.0	14.8	14.80

Diametro(cm)	15.1	S1(kg/cm ²) =	35.74
Area(cm ²)	179.1	S2(kg/cm ²) =	136.48
Carga Maxima(kg)	61100	e1 =	0.50
Rotura f'cr (kg/cm ²)	341.2	e2 =	4.00
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	136.5	Ec =	2.9E+05

CUADRO N° A.4.4.6

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	3		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.00% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 días		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.0	0.1	0.05
2000	11.17	0.2	0.2	0.2	0.20
4000	22.34	0.3	0.4	0.4	0.35
6000	33.50	0.4	0.5	0.5	0.45
8000	44.67	0.5	0.6	0.6	0.55
10000	55.84	0.6	0.8	0.7	0.70
12000	67.01	1.3	1.0	1.2	1.15
14000	78.18	1.6	1.5	1.6	1.55
16000	89.35	2.1	1.8	2.0	1.95
18000	100.51	2.5	2.2	2.4	2.35
20000	111.68	3.2	2.6	2.9	2.90
22000	122.85	3.5	2.9	3.2	3.20
24000	134.02	4.1	3.2	3.7	3.65
26000	145.19	4.6	3.8	4.2	4.20
28000	156.36	5.1	4.1	4.6	4.60
30000	167.52	5.7	4.6	5.2	5.15
32000	178.69	6.2	5.0	5.6	5.60
34000	189.86	6.8	5.5	6.2	6.15
36000	201.03	7.3	6.0	6.7	6.65
38000	212.20	7.9	6.2	7.1	7.05
40000	223.37	8.5	6.7	7.6	7.60
42000	234.53	9.0	7.2	8.1	8.10
44000	245.70	9.7	7.5	8.6	8.60
46000	256.87	10.3	8.2	9.3	9.25
48000	268.04	11.0	8.8	9.9	9.90
50000	279.21	11.7	9.4	10.6	10.55
52000	290.38	12.4	9.9	11.2	11.15
54000	301.54	13.2	10.6	11.9	11.90
56000	312.71	14.1	11.2	12.7	12.65
58000	323.88	14.7	11.9	13.3	13.30
60000	335.05	15.8	12.5	14.2	14.15

Diametro(cm)	15.35	S1(kg/cm ²) =	39.09
Area(cm ²)	185.1	S2(kg/cm ²) =	132.50
Carga Maxima(kg)	61300	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	331.2	e2 =	3.59
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	132.5	Ec =	3.0E+05

CUADRO N° A.4.4.7

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	1		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.30% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.1	0.1	0.10
2000	10.88	0.2	0.1	0.2	0.15
4000	21.76	0.3	0.2	0.3	0.25
6000	32.63	0.6	0.5	0.6	0.55
8000	43.51	1.0	0.8	0.9	0.90
10000	54.39	1.4	1.3	1.4	1.35
12000	65.27	2.0	1.6	1.8	1.80
14000	76.15	2.4	2.0	2.2	2.20
16000	87.03	2.8	2.4	2.6	2.60
18000	97.90	3.2	2.8	3.0	3.00
20000	108.78	3.7	3.1	3.4	3.40
22000	119.66	4.3	3.5	3.9	3.90
24000	130.54	4.7	3.9	4.3	4.30
26000	141.42	5.3	4.3	4.8	4.80
28000	152.29	5.7	4.7	5.2	5.20
30000	163.17	6.2	5.2	5.7	5.70
32000	174.05	6.7	5.5	6.1	6.10
34000	184.93	7.2	6.0	6.6	6.60
36000	195.81	7.7	6.4	7.1	7.05
38000	206.69	8.2	6.8	7.5	7.50
40000	217.56	8.8	7.3	8.1	8.05
42000	228.44	9.3	7.8	8.6	8.55
44000	239.32	9.8	8.3	9.1	9.05
46000	250.20	10.5	8.8	9.7	9.65
48000	261.08	11.0	9.3	10.2	10.15
50000	271.96	11.6	9.9	10.8	10.75
52000	282.83	12.3	10.4	11.4	11.35
54000	293.71	13.0	11.1	12.1	12.05
56000	304.59	13.7	11.7	12.7	12.70
58000	315.47	14.3	12.3	13.3	13.30
60000	326.35	15.0	12.9	14.0	13.95
62000	337.22	15.9	13.8	14.9	14.85
64000	348.10	16.7	14.5	15.6	15.60

Diametro(cm)	15.3	S1(kg/cm ²) =	30.82
Area(cm ²)	183.9	S2(kg/cm ²) =	142.50
Carga Maxima(kg)	65500	e1 =	0.50
Rotura f'cr (kg/cm ²)	356.3	e2 =	4.84
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	142.5	Ec =	2.6E+05

CUADRO N° A.4.4.8

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	2		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.30% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	10.74	0.1	0.1	0.1	0.10
4000	21.47	0.2	0.2	0.2	0.20
6000	32.21	0.3	0.3	0.3	0.30
8000	42.95	0.8	0.8	0.8	0.80
10000	53.69	1.4	1.2	1.3	1.30
12000	64.42	2.0	1.5	1.8	1.75
14000	75.16	2.5	1.9	2.2	2.20
16000	85.90	3.0	2.4	2.7	2.70
18000	96.64	3.7	2.7	3.2	3.20
20000	107.37	4.3	3.0	3.7	3.65
22000	118.11	4.8	3.5	4.2	4.15
24000	128.85	5.5	4.0	4.8	4.75
26000	139.59	6.1	4.4	5.3	5.25
28000	150.32	6.7	4.8	5.8	5.75
30000	161.06	7.3	5.4	6.4	6.35
32000	171.80	7.8	5.8	6.8	6.80
34000	182.54	8.5	6.2	7.4	7.35
36000	193.27	9.1	6.8	8.0	7.95
38000	204.01	9.8	7.3	8.6	8.55
40000	214.75	10.4	7.7	9.1	9.05
42000	225.49	11.1	8.2	9.7	9.65
44000	236.22	11.8	8.8	10.3	10.30
46000	246.96	12.6	9.2	10.9	10.90
48000	257.70	13.2	9.8	11.5	11.50
50000	268.43	13.9	10.3	12.1	12.10
52000	279.17	14.6	10.9	12.8	12.75
54000	289.91	15.5	11.5	13.5	13.50
56000	300.65	16.3	12.2	14.3	14.25
58000	311.38	16.9	12.8	14.9	14.85
60000	322.12	17.7	13.5	15.6	15.60
62000	332.86	18.9	14.2	16.6	16.55
64000	343.60	19.9	16.0	18.0	17.95
66000	354.33	20.9	17.0	19.0	18.95

Diametro(cm)	15.4	S1(kg/cm ²) =	36.51
Area(cm ²)	186.3	S2(kg/cm ²) =	144.95
Carga Maxima(kg)	67500	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	362.4	e2 =	5.50
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	145.0	Ec =	2.2E+05

CUADRO N° A.4.4.9

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		SOL			
Identificacion		3			
Asentamiento		3" a 4"			
Relacion de a/c		0.65			
% de Aditivo		0.30% (Plastiment HE-98)			
Edad del Concreto		28 dias			
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	10.74	0.1	0.2	0.2	0.15
4000	21.47	0.2	0.2	0.2	0.20
6000	32.21	0.3	0.3	0.3	0.30
8000	42.95	0.5	0.4	0.5	0.45
10000	53.69	0.8	1.0	0.9	0.90
12000	64.42	1.3	1.2	1.3	1.25
14000	75.16	2.3	1.6	2.0	1.95
16000	85.90	2.6	2.1	2.4	2.35
18000	96.64	2.8	2.4	2.6	2.60
20000	107.37	3.1	2.7	2.9	2.90
22000	118.11	3.7	3.1	3.4	3.40
24000	128.85	4.2	3.5	3.9	3.85
26000	139.59	4.6	3.9	4.3	4.25
28000	150.32	5.1	4.2	4.7	4.65
30000	161.06	5.9	4.7	5.3	5.30
32000	171.80	6.3	5.2	5.8	5.75
34000	182.54	6.6	5.4	6.0	6.00
36000	193.27	7.2	5.9	6.6	6.55
38000	204.01	7.7	6.3	7.0	7.00
40000	214.75	8.5	6.8	7.7	7.65
42000	225.49	8.9	7.2	8.1	8.05
44000	236.22	9.4	7.6	8.5	8.50
46000	246.96	10.1	7.9	9.0	9.00
48000	257.70	10.7	8.5	9.6	9.60
50000	268.43	11.3	9.0	10.2	10.15
52000	279.17	12.1	9.5	10.8	10.80
54000	289.91	12.4	10.0	11.2	11.20
56000	300.65	13.3	10.3	11.8	11.80
58000	311.38	14.0	11.0	12.5	12.50
60000	322.12	14.7	11.5	13.1	13.10
62000	332.86	15.7	12.1	13.9	13.90
64000	343.60	16.2	12.6	14.4	14.40
66000	354.33	17.1	13.1	15.1	15.10

Diametro(cm)	15.4	S1(kg/cm ²) =	44.14
Area(cm ²)	186.3	S2(kg/cm ²) =	144.31
Carga Maxima(kg)	67200	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	360.8	e2 =	4.43
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	144.3	Ec =	2.6E+05

CUADRO N° A.4.5.1

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	1		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.50% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 días		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.1	0.1	0.10
2000	10.88	0.2	0.1	0.2	0.15
4000	21.76	0.2	0.1	0.2	0.15
6000	32.63	0.7	0.5	0.6	0.60
8000	43.51	1.2	0.9	1.1	1.05
10000	54.39	1.6	1.3	1.5	1.45
12000	65.27	1.9	1.6	1.8	1.75
14000	76.15	2.6	2.0	2.3	2.30
16000	87.03	3.1	2.4	2.8	2.75
18000	97.90	3.6	2.8	3.2	3.20
20000	108.78	4.2	3.3	3.8	3.75
22000	119.66	4.8	3.7	4.3	4.25
24000	130.54	5.2	4.2	4.7	4.70
26000	141.42	5.8	4.6	5.2	5.20
28000	152.29	6.3	5.1	5.7	5.70
30000	163.17	6.9	5.6	6.3	6.25
32000	174.05	7.4	6.0	6.7	6.70
34000	184.93	8.0	6.4	7.2	7.20
36000	195.81	8.6	6.8	7.7	7.70
38000	206.69	9.2	7.4	8.3	8.30
40000	217.56	9.7	8.0	8.9	8.85
42000	228.44	10.3	8.4	9.4	9.35
44000	239.32	10.9	8.9	9.9	9.90
46000	250.20	11.5	9.4	10.5	10.45
48000	261.08	12.2	10.0	11.1	11.10
50000	271.96	13.0	10.6	11.8	11.80
52000	282.83	13.7	11.2	12.5	12.45
54000	293.71	14.4	11.9	13.2	13.15
56000	304.59	15.1	12.4	13.8	13.75
58000	315.47	15.9	13.1	14.5	14.50
60000	326.35	16.7	13.9	15.3	15.30
62000	337.22	17.7	14.5	16.1	16.10

Diametro(cm)	15.3	S1(kg/cm ²) =	30.22
Area(cm ²)	183.9	S2(kg/cm ²) =	137.94
Carga Maxima(kg)	63400	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	344.8	e2 =	5.04
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	137.9	Ec =	2.4E+05

CUADRO N° A.4.5.2

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	2		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.50% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 días		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.1	0.1	0.10
2000	10.88	0.4	0.2	0.3	0.30
4000	21.76	1.4	0.5	1.0	0.95
6000	32.63	1.7	0.8	1.3	1.25
8000	43.51	1.9	1.2	1.6	1.55
10000	54.39	2.2	1.4	1.8	1.80
12000	65.27	2.5	1.8	2.2	2.15
14000	76.15	3.0	2.1	2.6	2.55
16000	87.03	3.4	2.4	2.9	2.90
18000	97.90	3.8	2.8	3.3	3.30
20000	108.78	4.2	3.2	3.7	3.70
22000	119.66	4.7	3.6	4.2	4.15
24000	130.54	5.1	4.0	4.6	4.55
26000	141.42	5.5	4.4	5.0	4.95
28000	152.29	5.9	4.8	5.4	5.35
30000	163.17	6.4	5.2	5.8	5.80
32000	174.05	6.8	5.5	6.2	6.15
34000	184.93	7.3	5.9	6.6	6.60
36000	195.81	7.8	6.3	7.1	7.05
38000	206.69	8.2	6.8	7.5	7.50
40000	217.56	8.7	7.2	8.0	7.95
42000	228.44	9.3	7.7	8.5	8.50
44000	239.32	9.8	8.2	9.0	9.00
46000	250.20	10.3	8.6	9.5	9.45
48000	261.08	10.8	9.0	9.9	9.90
50000	271.96	11.3	9.5	10.4	10.40
52000	282.83	12.0	10.0	11.0	11.00
54000	293.71	12.6	10.5	11.6	11.55
56000	304.59	13.2	11.1	12.2	12.15
58000	315.47	13.9	11.7	12.8	12.80
60000	326.35	14.8	12.3	13.6	13.55

Diametro(cm)	15.3	S1(kg/cm ²) =	14.23
Area(cm ²)	183.9	S2(kg/cm ²) =	134.02
Carga Maxima(kg)	61600	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	335.0	e2 =	4.68
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	134.0	Ec =	2.9E+05

CUADRO N° A.4.5.3

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	3		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.50% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	10.88	0.2	0.0	0.1	0.10
4000	21.76	0.5	0.1	0.3	0.30
6000	32.63	0.8	0.4	0.6	0.60
8000	43.51	1.5	0.7	1.1	1.10
10000	54.39	2.3	1.0	1.7	1.65
12000	65.27	3.3	1.5	2.4	2.40
14000	76.15	3.9	1.8	2.9	2.85
16000	87.03	4.6	2.3	3.5	3.45
18000	97.90	5.7	2.5	4.1	4.10
20000	108.78	6.6	3.0	4.8	4.80
22000	119.66	7.4	3.3	5.4	5.35
24000	130.54	8.5	3.5	6.0	6.00
26000	141.42	9.3	3.9	6.6	6.60
28000	152.29	10.4	4.6	7.5	7.50
30000	163.17	11.3	4.9	8.1	8.10
32000	174.05	12.0	5.2	8.6	8.60
34000	184.93	13.2	5.6	9.4	9.40
36000	195.81	14.1	6.0	10.1	10.05
38000	206.69	15.0	6.4	10.7	10.70
40000	217.56	16.1	6.7	11.4	11.40
42000	228.44	17.4	7.3	12.4	12.35
44000	239.32	18.1	7.8	13.0	12.95
46000	250.20	19.3	8.3	13.8	13.80
48000	261.08	20.0	8.6	14.3	14.30
50000	271.96	21.1	9.0	15.1	15.05
52000	282.83	22.0	9.6	15.8	15.80
54000	293.71	22.9	9.9	16.4	16.40
56000	304.59	23.7	10.5	17.1	17.10
58000	315.47	26.0	10.9	18.5	18.45
60000	326.35	28.0	12.9	20.5	20.45

Diametro(cm)	15	S1(kg/cm ²) =	29.01
Area(cm ²)	176.7	S2(kg/cm ²) =	137.40
Carga Maxima(kg)	60700	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	343.5	e2 =	6.38
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	137.4	Ec =	1.8E+05

CUADRO N° A.4.5.4

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	1		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.70% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	11.02	0.1	0.1	0.1	0.10
4000	22.04	0.3	0.3	0.3	0.30
6000	33.07	0.7	0.7	0.7	0.70
8000	44.09	1.0	1.1	1.1	1.05
10000	55.11	1.4	1.5	1.5	1.45
12000	66.13	1.8	1.8	1.8	1.80
14000	77.15	2.2	2.2	2.2	2.20
16000	88.17	2.6	2.6	2.6	2.60
18000	99.20	3.0	3.0	3.0	3.00
20000	110.22	3.4	3.4	3.4	3.40
22000	121.24	3.7	3.8	3.8	3.75
24000	132.26	4.2	4.3	4.3	4.25
26000	143.28	4.5	4.6	4.6	4.55
28000	154.31	5.0	5.1	5.1	5.05
30000	165.33	5.4	5.5	5.5	5.45
32000	176.35	5.9	5.9	5.9	5.90
34000	187.37	6.3	6.4	6.4	6.35
36000	198.39	6.8	6.9	6.9	6.85
38000	209.41	7.2	7.3	7.3	7.25
40000	220.44	7.7	7.8	7.8	7.75
42000	231.46	8.2	8.3	8.3	8.25
44000	242.48	8.7	8.8	8.8	8.75
46000	253.50	9.2	9.3	9.3	9.25
48000	264.52	9.7	9.8	9.8	9.75
50000	275.55	10.3	10.4	10.4	10.35
52000	286.57	10.6	10.9	10.8	10.75
54000	297.59	11.2	11.6	11.4	11.40
56000	308.61	11.9	12.4	12.2	12.15
58000	319.63	12.6	13.0	12.8	12.80
60000	330.65	13.3	13.8	13.6	13.55

Diametro(cm)	15.2	S1(kg/cm ²) =	27.55
Area(cm ²)	181.5	S2(kg/cm ²) =	135.13
Carga Maxima(kg)	61300	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	337.8	e2 =	4.33
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	135.1	Ec =	2.8E+05

CUADRO N° A.4.5.5

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	2		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.70% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 días		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.1	0.1	0.05
2000	10.95	0.0	0.2	0.1	0.10
4000	21.90	0.1	0.2	0.2	0.15
6000	32.85	0.5	0.6	0.6	0.55
8000	43.80	0.9	0.8	0.9	0.85
10000	54.75	1.3	1.3	1.3	1.30
12000	65.70	1.8	1.6	1.7	1.70
14000	76.65	2.2	1.9	2.1	2.05
16000	87.60	2.7	2.3	2.5	2.50
18000	98.55	3.1	2.7	2.9	2.90
20000	109.50	3.6	3.1	3.4	3.35
22000	120.45	4.0	3.5	3.8	3.75
24000	131.40	4.4	3.9	4.2	4.15
26000	142.35	4.9	4.2	4.6	4.55
28000	153.30	5.3	4.6	5.0	4.95
30000	164.24	5.7	5.1	5.4	5.40
32000	175.19	6.3	5.5	5.9	5.90
34000	186.14	6.7	5.9	6.3	6.30
36000	197.09	7.3	6.3	6.8	6.80
38000	208.04	7.8	6.8	7.3	7.30
40000	218.99	8.3	7.2	7.8	7.75
42000	229.94	8.8	7.7	8.3	8.25
44000	240.89	9.3	8.1	8.7	8.70
46000	251.84	9.9	8.6	9.3	9.25
48000	262.79	10.5	9.0	9.8	9.75
50000	273.74	11.1	9.5	10.3	10.30
52000	284.69	11.7	9.9	10.8	10.80
54000	295.64	12.3	10.4	11.4	11.35
56000	306.59	13.0	10.9	12.0	11.95
58000	317.54	13.7	11.4	12.6	12.55
60000	328.49	14.4	11.9	13.2	13.15

Diametro(cm)	15.25	S1(kg/cm ²) =	31.48
Area(cm ²)	182.7	S2(kg/cm ²) =	133.37
Carga Maxima(kg)	60900	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	333.4	e2 =	4.22
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	133.4	Ec =	2.7E+05

CUADRO N° A.4.5.6

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	3		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.65		
% de Aditivo		:	0.70% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	11.02	0.1	0.1	0.1	0.10
4000	22.04	0.2	0.1	0.2	0.15
6000	33.07	0.3	0.2	0.3	0.25
8000	44.09	0.4	0.6	0.5	0.50
10000	55.11	0.9	1.1	1.0	1.00
12000	66.13	1.2	1.5	1.4	1.35
14000	77.15	1.5	1.8	1.7	1.65
16000	88.17	1.8	2.3	2.1	2.05
18000	99.20	2.2	2.6	2.4	2.40
20000	110.22	2.4	3.2	2.8	2.80
22000	121.24	2.9	3.7	3.3	3.30
24000	132.26	3.2	4.1	3.7	3.65
26000	143.28	3.5	4.4	4.0	3.95
28000	154.31	3.9	5.1	4.5	4.50
30000	165.33	4.1	5.6	4.9	4.85
32000	176.35	4.8	6.1	5.5	5.45
34000	187.37	5.1	6.6	5.9	5.85
36000	198.39	5.3	7.1	6.2	6.20
38000	209.41	5.8	7.7	6.8	6.75
40000	220.44	6.1	8.2	7.2	7.15
42000	231.46	6.6	8.7	7.7	7.65
44000	242.48	7.0	9.5	8.3	8.25
46000	253.50	7.6	10.0	8.8	8.80
48000	264.52	7.9	10.9	9.4	9.40
50000	275.55	8.4	11.4	9.9	9.90
52000	286.57	8.9	12.3	10.6	10.60
54000	297.59	9.2	12.9	11.1	11.05
56000	308.61	9.9	13.7	11.8	11.80

Diametro(cm)	14.95	S1(kg/cm ²) =	44.09
Area(cm ²)	175.5	S2(kg/cm ²) =	134.67
Carga Maxima(kg)	59100	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	336.7	e2 =	3.72
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	134.7	Ec =	2.8E+05

CUADRO N° A.4.5.7

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	1		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.7		
% de Aditivo		:	0.00% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 días		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.0	0.1	0.05
2000	10.74	0.1	0.1	0.1	0.10
4000	21.47	0.2	0.1	0.2	0.15
6000	32.21	0.2	0.2	0.2	0.20
8000	42.95	0.4	0.6	0.5	0.50
10000	53.69	0.9	1.1	1.0	1.00
12000	64.42	1.2	1.5	1.4	1.35
14000	75.16	1.6	1.9	1.8	1.75
16000	85.90	1.8	2.3	2.1	2.05
18000	96.64	2.2	2.7	2.5	2.45
20000	107.37	2.4	3.2	2.8	2.80
22000	118.11	2.9	3.7	3.3	3.30
24000	128.85	3.2	4.1	3.7	3.65
26000	139.59	3.6	4.6	4.1	4.10
28000	150.32	3.9	5.1	4.5	4.50
30000	161.06	4.2	5.6	4.9	4.90
32000	171.80	4.8	6.1	5.5	5.45
34000	182.54	5.1	6.6	5.9	5.85
36000	193.27	5.3	7.1	6.2	6.20
38000	204.01	5.8	7.7	6.8	6.75
40000	214.75	6.2	8.2	7.2	7.20
42000	225.49	6.6	8.8	7.7	7.70
44000	236.22	7.0	9.5	8.3	8.25
46000	246.96	7.6	10.2	8.9	8.90
48000	257.70	7.9	10.8	9.4	9.35
50000	268.43	8.4	11.4	9.9	9.90
52000	279.17	8.9	12.2	10.6	10.55
54000	289.91	9.3	12.8	11.1	11.05
56000	300.65	9.7	13.4	11.6	11.55

Diametro(cm)	15.4	S1(kg/cm ²) =	42.95
Area(cm ²)	186.3	S2(kg/cm ²) =	123.69
Carga Maxima(kg)	57600	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	309.2	e2 =	3.48
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	123.7	Ec =	2.7E+05

CUADRO N° A.4.5.8

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		SOL			
Identificacion		2			
Asentamiento		3" a 4"			
Relacion de a/c		0.7			
% de Aditivo		0.00% (Plastiment HE-98)			
Edad del Concreto		28 dias			
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.2	0.2	0.2	0.20
2000	10.88	0.3	0.5	0.4	0.40
4000	21.76	0.5	0.9	0.7	0.70
6000	32.63	0.8	1.3	1.1	1.05
8000	43.51	1.2	1.8	1.5	1.50
10000	54.39	1.5	2.2	1.9	1.85
12000	65.27	1.8	2.6	2.2	2.20
14000	76.15	2.1	3.0	2.6	2.55
16000	87.03	2.4	3.4	2.9	2.90
18000	97.90	2.7	3.9	3.3	3.30
20000	108.78	3.1	4.4	3.8	3.75
22000	119.66	3.5	4.8	4.2	4.15
24000	130.54	3.8	5.2	4.5	4.50
26000	141.42	4.2	5.7	5.0	4.95
28000	152.29	4.7	6.3	5.5	5.50
30000	163.17	5.1	6.7	5.9	5.90
32000	174.05	5.4	7.3	6.4	6.35
34000	184.93	5.8	7.8	6.8	6.80
36000	195.81	6.3	8.3	7.3	7.30
38000	206.69	6.7	8.8	7.8	7.75
40000	217.56	7.2	9.4	8.3	8.30
42000	228.44	7.6	10.0	8.8	8.80
44000	239.32	8.2	10.7	9.5	9.45
46000	250.20	8.7	11.3	10.0	10.00
48000	261.08	9.2	12.1	10.7	10.65
50000	271.96	9.8	12.7	11.3	11.25
52000	282.83	10.4	13.5	12.0	11.95
54000	293.71	11.1	14.3	12.7	12.70
56000	304.59	11.9	15.3	13.6	13.60

Diametro(cm)	15.3	S1(kg/cm ²) =	14.50
Area(cm ²)	183.9	S2(kg/cm ²) =	124.23
Carga Maxima(kg)	57100	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	310.6	e2 =	4.30
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	124.2	Ec =	2.9E+05

CUADRO N° A.4.5.9

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		SOL			
Identificacion		3			
Asentamiento		3" a 4"			
Relacion de a/c		0.7			
% de Aditivo		0.00% (Plastiment HE-98)			
Edad del Concreto		28 días			
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.1	0.1	0.05
2000	10.88	0.0	0.2	0.1	0.10
4000	21.76	0.1	0.2	0.2	0.15
6000	32.63	0.2	0.3	0.3	0.25
8000	43.51	0.3	0.5	0.4	0.40
10000	54.39	0.7	0.7	0.7	0.70
12000	65.27	1.2	1.2	1.2	1.20
14000	76.15	1.6	1.5	1.6	1.55
16000	87.03	2.1	1.8	2.0	1.95
18000	97.90	2.6	2.2	2.4	2.40
20000	108.78	2.9	2.7	2.8	2.80
22000	119.66	3.4	3.0	3.2	3.20
24000	130.54	3.9	3.5	3.7	3.70
26000	141.42	4.4	3.9	4.2	4.15
28000	152.29	4.8	4.4	4.6	4.60
30000	163.17	5.3	5.0	5.2	5.15
32000	174.05	5.8	5.3	5.6	5.55
34000	184.93	6.4	5.8	6.1	6.10
36000	195.81	6.8	6.2	6.5	6.50
38000	206.69	7.4	6.7	7.1	7.05
40000	217.56	7.8	7.1	7.5	7.45
42000	228.44	8.4	7.5	8.0	7.95
44000	239.32	8.9	8.1	8.5	8.50
46000	250.20	9.3	8.7	9.0	9.00
48000	261.08	10.0	9.2	9.6	9.60
50000	271.96	10.3	9.9	10.1	10.10
52000	282.83	11.0	10.5	10.8	10.75
54000	293.71	11.6	11.2	11.4	11.40
56000	304.59	12.2	11.8	12.0	12.00
58000	315.47	13.0	12.4	12.7	12.70
60000	326.35	13.6	13.1	13.4	13.35
62000	337.22	14.5	13.6	14.1	14.05
64000	348.10	15.2	14.3	14.8	14.75
66000	358.98	15.8	15.3	15.6	15.55
68000	369.86	16.8	16.1	16.5	16.45
70000	380.74	18.0	16.9	17.5	17.45
72000	391.62	18.9	18.1	18.5	18.50

Diametro(cm)	15.4	S1(kg/cm ²) =	47.14
Area(cm ²)	186.3	S2(kg/cm ²) =	156.98
Carga Maxima(kg)	73100	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	392.5	e2 =	4.84
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	157.0	Ec =	2.5E+05

CUADRO N° A.4.6.1

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	1		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.7		
% de Aditivo		:	0.30% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.2	0.2	0.15
2000	10.88	0.2	0.5	0.4	0.35
4000	21.76	0.5	1.0	0.8	0.75
6000	32.63	0.8	1.4	1.1	1.10
8000	43.51	1.2	1.7	1.5	1.45
10000	54.39	1.6	2.1	1.9	1.85
12000	65.27	1.9	2.7	2.3	2.30
14000	76.15	2.3	3.1	2.7	2.70
16000	87.03	2.6	3.5	3.1	3.05
18000	97.90	3.0	4.0	3.5	3.50
20000	108.78	3.4	4.5	4.0	3.95
22000	119.66	3.8	4.9	4.4	4.35
24000	130.54	4.2	5.3	4.8	4.75
26000	141.42	4.6	5.9	5.3	5.25
28000	152.29	5.0	6.4	5.7	5.70
30000	163.17	5.4	7.0	6.2	6.20
32000	174.05	5.8	7.5	6.7	6.65
34000	184.93	6.2	8.0	7.1	7.10
36000	195.81	6.7	8.6	7.7	7.65
38000	206.69	7.1	9.2	8.2	8.15
40000	217.56	7.5	9.7	8.6	8.60
42000	228.44	8.0	10.4	9.2	9.20
44000	239.32	8.5	11.1	9.8	9.80
46000	250.20	9.0	11.8	10.4	10.40
48000	261.08	9.5	12.3	10.9	10.90
50000	271.96	10.0	13.3	11.7	11.65
52000	282.83	10.6	14.1	12.4	12.35
54000	293.71	11.1	15.0	13.1	13.05
56000	304.59	11.8	15.8	13.8	13.80
58000	315.47	12.4	17.0	14.7	14.70
60000	326.35	13.1	18.1	15.6	15.60

Diametro(cm)	15.3	S1(kg/cm ²) =	14.96
Area(cm ²)	183.9	S2(kg/cm ²) =	134.67
Carga Maxima(kg)	61900	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	336.7	e2 =	4.94
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	134.7	Ec =	2.7E+05

CUADRO N° A.4.6.2

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		SOL			
Identificacion		2			
Asentamiento		3" a 4"			
Relacion de a/c		0.7			
% de Aditivo		0.30% (Plastiment HE-98)			
Edad del Concreto		28 dias			
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.1	0.1	0.05
2000	11.17	0.1	0.2	0.2	0.15
4000	22.34	0.1	0.3	0.2	0.20
6000	33.50	0.2	0.3	0.3	0.25
8000	44.67	0.4	0.5	0.5	0.45
10000	55.84	1.0	0.8	0.9	0.90
12000	67.01	1.3	1.2	1.3	1.25
14000	78.18	1.8	1.6	1.7	1.70
16000	89.35	2.2	2.0	2.1	2.10
18000	100.51	2.7	2.3	2.5	2.50
20000	111.68	3.3	2.6	3.0	2.95
22000	122.85	4.0	3.1	3.6	3.55
24000	134.02	4.4	3.4	3.9	3.90
26000	145.19	4.8	3.8	4.3	4.30
28000	156.36	5.2	4.2	4.7	4.70
30000	167.52	5.8	4.6	5.2	5.20
32000	178.69	6.5	5.0	5.8	5.75
34000	189.86	7.0	5.6	6.3	6.30
36000	201.03	7.7	6.0	6.9	6.85
38000	212.20	8.4	6.5	7.5	7.45
40000	223.37	8.8	6.9	7.9	7.85
42000	234.53	9.5	7.5	8.5	8.50
44000	245.70	10.1	7.9	9.0	9.00
46000	256.87	10.7	8.6	9.7	9.65
48000	268.04	12.4	9.6	11.0	11.00
50000	279.21	13.3	10.2	11.8	11.75
52000	290.38	14.2	10.8	12.5	12.50
54000	301.54	15.0	11.5	13.3	13.25
56000	312.71	16.0	12.1	14.1	14.05
58000	323.88	16.9	12.8	14.9	14.85

Diametro(cm)	15.1	S1(kg/cm ²) =	45.91
Area(cm ²)	179.1	S2(kg/cm ²) =	132.68
Carga Maxima(kg)	59400	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	331.7	e2 =	3.86
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	132.7	Ec =	2.6E+05

CUADRO N° A.4.6.3

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	3		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.7		
% de Aditivo		:	0.30% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.1	0.1	0.05
2000	11.17	0.0	0.2	0.1	0.10
4000	22.34	0.1	0.2	0.2	0.15
6000	33.50	0.4	0.6	0.5	0.50
8000	44.67	0.9	0.8	0.9	0.85
10000	55.84	1.4	1.3	1.4	1.35
12000	67.01	1.9	1.6	1.8	1.75
14000	78.18	2.2	1.9	2.1	2.05
16000	89.35	2.7	2.3	2.5	2.50
18000	100.51	3.1	2.7	2.9	2.90
20000	111.68	3.5	3.1	3.3	3.30
22000	122.85	4.0	3.5	3.8	3.75
24000	134.02	4.4	3.9	4.2	4.15
26000	145.19	4.9	4.1	4.5	4.50
28000	156.36	5.3	4.5	4.9	4.90
30000	167.52	5.8	5.1	5.5	5.45
32000	178.69	6.3	5.5	5.9	5.90
34000	189.86	6.7	5.9	6.3	6.30
36000	201.03	7.3	6.3	6.8	6.80
38000	212.20	7.8	6.8	7.3	7.30
40000	223.37	8.3	7.2	7.8	7.75
42000	234.53	8.8	7.7	8.3	8.25
44000	245.70	9.3	8.1	8.7	8.70
46000	256.87	9.9	8.6	9.3	9.25
48000	268.04	10.5	9.0	9.8	9.75
50000	279.21	11.1	9.5	10.3	10.30
52000	290.38	11.7	9.9	10.8	10.80
54000	301.54	12.3	10.4	11.4	11.35
56000	312.71	13.0	10.9	12.0	11.95
58000	323.88	13.7	11.4	12.6	12.55
60000	335.05	14.4	11.9	13.2	13.15
61000	340.63	14.6	12.3	13.5	13.45

Diametro(cm) 15.4
 Area(cm²) 186.3
 Carga Maxima(kg) 61900
 Rotura f'cr (kg/cm²) 332.3
 E2=0.4 f'cr (kg/cm²) 132.9

S1(kg/cm²) = 33.50
 S2(kg/cm²) = 132.93
 e1 = 0.5
 e2 = 4.11
 Ec = 2.8E+05

CUADRO N° A.4.6.4

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	1		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.7		
% de Aditivo		:	0.50% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.3	0.2	0.3	0.25
2000	10.74	0.6	0.5	0.6	0.55
4000	21.47	0.9	0.6	0.8	0.75
6000	32.21	1.3	0.9	1.1	1.10
8000	42.95	1.8	1.2	1.5	1.50
10000	53.69	2.3	1.5	1.9	1.90
12000	64.42	2.7	1.8	2.3	2.25
14000	75.16	3.2	2.1	2.7	2.65
16000	85.90	3.7	2.3	3.0	3.00
18000	96.64	4.4	2.9	3.7	3.65
20000	107.37	4.7	3.2	4.0	3.95
22000	118.11	5.2	3.5	4.4	4.35
24000	128.85	5.7	3.8	4.8	4.75
26000	139.59	6.2	4.2	5.2	5.20
28000	150.32	6.7	4.5	5.6	5.60
30000	161.06	7.3	4.8	6.1	6.05
32000	171.80	7.9	5.2	6.6	6.55
34000	182.54	8.3	5.5	6.9	6.90
36000	193.27	8.9	5.9	7.4	7.40
38000	204.01	9.5	6.3	7.9	7.90
40000	214.75	10.1	6.6	8.4	8.35
42000	225.49	10.7	7.0	8.9	8.85
44000	236.22	11.4	7.4	9.4	9.40
46000	246.96	12.1	7.8	10.0	9.95
48000	257.70	12.8	8.2	10.5	10.50
50000	268.43	13.5	8.7	11.1	11.10
52000	279.17	14.3	9.2	11.8	11.75
54000	289.91	15.0	9.7	12.4	12.35
56000	300.65	15.9	10.1	13.0	13.00
58000	311.38	16.8	10.6	13.7	13.70
60000	322.12	17.8	11.1	14.5	14.45

Diametro(cm)	15.4	S1(kg/cm ²) =	8.95
Area(cm ²)	186.3	S2(kg/cm ²) =	132.07
Carga Maxima(kg)	61500	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	330.2	e2 =	4.89
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	132.1	Ec =	2.8E+05

CUADRO N° A.4.6.5

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		SOL			
Identificacion		2			
Asentamiento		3" a 4"			
Relacion de a/c		0.7			
% de Aditivo		0.50% (Plastiment HE-98)			
Edad del Concreto		28 días			
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.1	0.1	0.10
2000	10.88	0.5	0.3	0.4	0.40
4000	21.76	1.0	0.5	0.8	0.75
6000	32.63	1.4	0.9	1.2	1.15
8000	43.51	2.0	1.2	1.6	1.60
10000	54.39	2.4	1.5	2.0	1.95
12000	65.27	2.9	1.8	2.4	2.35
14000	76.15	3.3	2.2	2.8	2.75
16000	87.03	3.7	2.5	3.1	3.10
18000	97.90	4.3	2.9	3.6	3.60
20000	108.78	4.8	3.2	4.0	4.00
22000	119.66	5.3	3.6	4.5	4.45
24000	130.54	5.8	3.9	4.9	4.85
26000	141.42	6.3	4.3	5.3	5.30
28000	152.29	6.8	4.7	5.8	5.75
30000	163.17	7.4	5.1	6.3	6.25
32000	174.05	7.9	5.5	6.7	6.70
34000	184.93	8.5	6.0	7.3	7.25
36000	195.81	9.0	6.3	7.7	7.65
38000	206.69	9.6	6.8	8.2	8.20
40000	217.56	10.3	7.3	8.8	8.80
42000	228.44	10.7	7.6	9.2	9.15
44000	239.32	11.5	8.1	9.8	9.80
46000	250.20	12.2	8.6	10.4	10.40
48000	261.08	12.9	9.1	11.0	11.00
50000	271.96	13.7	9.6	11.7	11.65
52000	282.83	14.6	10.1	12.4	12.35
54000	293.71	15.4	10.7	13.1	13.05
56000	304.59	16.5	11.2	13.9	13.85
58000	315.47	17.6	11.9	14.8	14.75

Diametro(cm)	15.3	S1(kg/cm ²) =	13.99
Area(cm ²)	183.9	S2(kg/cm ²) =	130.10
Carga Maxima(kg)	59800	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	325.3	e2 =	4.83
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	130.1	Ec =	2.7E+05

CUADRO N° A.4.6.6

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	3		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.7		
% de Aditivo		:	0.50% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	10.74	0.0	0.1	0.1	0.05
4000	21.47	0.1	0.1	0.1	0.10
6000	32.21	0.2	0.2	0.2	0.20
8000	42.95	0.4	0.6	0.5	0.50
10000	53.69	0.9	1.2	1.1	1.05
12000	64.42	1.2	1.6	1.4	1.40
14000	75.16	1.6	1.9	1.8	1.75
16000	85.90	1.7	2.3	2.0	2.00
18000	96.64	2.2	2.7	2.5	2.45
20000	107.37	2.4	3.2	2.8	2.80
22000	118.11	2.9	3.7	3.3	3.30
24000	128.85	3.2	4.1	3.7	3.65
26000	139.59	3.6	4.6	4.1	4.10
28000	150.32	3.9	5.1	4.5	4.50
30000	161.06	4.2	5.6	4.9	4.90
32000	171.80	4.8	6.1	5.5	5.45
34000	182.54	5.1	6.5	5.8	5.80
36000	193.27	5.3	7.0	6.2	6.15
38000	204.01	5.8	7.6	6.7	6.70
40000	214.75	6.2	8.1	7.2	7.15
42000	225.49	6.5	8.7	7.6	7.60
44000	236.22	7.0	9.7	8.4	8.35
46000	246.96	7.6	10.3	9.0	8.95
48000	257.70	7.9	10.8	9.4	9.35
50000	268.43	8.3	11.3	9.8	9.80
52000	279.17	9.0	12.1	10.6	10.55
54000	289.91	9.3	12.5	10.9	10.90
56000	300.65	9.6	13.3	11.5	11.45
58000	311.38	10.6	15.2	12.9	12.90

Diametro(cm)	15.2	S1(kg/cm ²) =	42.95
Area(cm ²)	181.5	S2(kg/cm ²) =	130.28
Carga Maxima(kg)	59100	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	325.7	e2 =	3.71
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	130.3	Ec =	2.7E+05

CUADRO N° A.4.6.7

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		SOL			
Identificacion		1			
Asentamiento		3" a 4"			
Relacion de a/c		0.7			
% de Aditivo		0.70% (Plastiment HE-98)			
Edad del Concreto		28 dias			
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.1	0.1	0.1	0.10
2000	11.32	0.4	0.9	0.7	0.65
4000	22.64	0.8	1.9	1.4	1.35
6000	33.95	1.0	2.3	1.7	1.65
8000	45.27	1.3	2.8	2.1	2.05
10000	56.59	1.7	3.4	2.6	2.55
12000	67.91	2.0	4.1	3.1	3.05
14000	79.22	2.4	4.7	3.6	3.55
16000	90.54	2.7	5.4	4.1	4.05
18000	101.86	3.2	6.0	4.6	4.60
20000	113.18	3.5	6.8	5.2	5.15
22000	124.49	3.9	7.4	5.7	5.65
24000	135.81	4.3	8.1	6.2	6.20
26000	147.13	4.7	8.7	6.7	6.70
28000	158.45	5.0	9.4	7.2	7.20
30000	169.77	5.5	10.0	7.8	7.75
32000	181.08	5.8	10.9	8.4	8.35
34000	192.40	6.2	11.5	8.9	8.85
36000	203.72	6.6	12.2	9.4	9.40
38000	215.04	7.0	13.0	10.0	10.00
40000	226.35	7.4	13.9	10.7	10.65
42000	237.67	7.8	14.7	11.3	11.25
44000	248.99	8.3	15.5	11.9	11.90
46000	260.31	8.8	16.5	12.7	12.65
48000	271.62	9.2	17.4	13.3	13.30
50000	282.94	9.6	18.4	14.0	14.00
52000	294.26	10.1	19.2	14.7	14.65
54000	305.58	10.6	20.5	15.6	15.55

Diametro(cm)	15	S1(kg/cm ²) =	8.23
Area(cm ²)	176.7	S2(kg/cm ²) =	125.85
Carga Maxima(kg)	55600	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	314.6	e2 =	5.72
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	125.9	Ec =	2.3E+05

CUADRO N° A.4.6.8

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	2		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.7		
% de Aditivo		:	0.70% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00
2000	10.88	0.2	0.0	0.1	0.10
4000	21.76	0.3	0.1	0.2	0.20
6000	32.63	0.5	0.3	0.4	0.40
8000	43.51	0.9	0.7	0.8	0.80
10000	54.39	1.2	1.0	1.1	1.10
12000	65.27	1.6	1.5	1.6	1.55
14000	76.15	2.0	2.0	2.0	2.00
16000	87.03	2.4	2.3	2.4	2.35
18000	97.90	2.7	2.7	2.7	2.70
20000	108.78	3.3	3.1	3.2	3.20
22000	119.66	3.7	3.5	3.6	3.60
24000	130.54	4.1	4.0	4.1	4.05
26000	141.42	4.5	4.5	4.5	4.50
28000	152.29	5.0	4.9	5.0	4.95
30000	163.17	5.4	5.4	5.4	5.40
32000	174.05	5.9	5.9	5.9	5.90
34000	184.93	6.3	6.3	6.3	6.30
36000	195.81	6.8	6.8	6.8	6.80
38000	206.69	7.2	7.2	7.2	7.20
40000	217.56	7.7	7.8	7.8	7.75
42000	228.44	8.2	8.4	8.3	8.30
44000	239.32	8.7	8.9	8.8	8.80
46000	250.20	9.2	9.4	9.3	9.30
48000	261.08	9.7	10.0	9.9	9.85
50000	271.96	10.4	10.7	10.6	10.55
52000	282.83	10.8	11.1	11.0	10.95
54000	293.71	11.5	11.9	11.7	11.70
56000	304.59	12.0	12.5	12.3	12.25
58000	315.47	12.7	13.4	13.1	13.05

Diametro(cm)	15.3	S1(kg/cm ²) =	35.35
Area(cm ²)	183.9	S2(kg/cm ²) =	128.80
Carga Maxima(kg)	59200	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	322.0	e2 =	3.98
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	128.8	Ec =	2.7E+05

CUADRO N° A.4.6.9

ENSAYO DE MODULO ELASTICO					
Tipo de Cemento		:	SOL		
Identificacion		:	3		
Asentamiento		:	3" a 4"		
Relacion de a/c		:	0.7		
% de Aditivo		:	0.70% (Plastiment HE-98)		
Edad del Concreto		:	28 dias		
carga (kg)	esfuerzo (kg/cm ²)	lectura izquierda	lectura derecha	promedio corregido	deformacion unitaria *10E-4 igual a "E"
0	0.00	0.0	0.1	0.1	0.05
2000	10.88	0.4	0.3	0.4	0.35
4000	21.76	1.0	0.6	0.8	0.80
6000	32.63	1.4	0.9	1.2	1.15
8000	43.51	2.0	1.2	1.6	1.60
10000	54.39	2.3	1.5	1.9	1.90
12000	65.27	2.9	1.8	2.4	2.35
14000	76.15	3.3	2.2	2.8	2.75
16000	87.03	3.7	2.4	3.1	3.05
18000	97.90	4.3	2.9	3.6	3.60
20000	108.78	4.8	3.3	4.1	4.05
22000	119.66	5.3	3.6	4.5	4.45
24000	130.54	5.8	3.9	4.9	4.85
26000	141.42	6.3	4.3	5.3	5.30
28000	152.29	6.8	4.7	5.8	5.75
30000	163.17	7.4	5.1	6.3	6.25
32000	174.05	7.9	5.5	6.7	6.70
34000	184.93	8.4	5.9	7.2	7.15
36000	195.81	9.0	6.3	7.7	7.65
38000	206.69	9.6	7.0	8.3	8.30
40000	217.56	10.3	7.4	8.9	8.85
42000	228.44	10.4	7.6	9.0	9.00
44000	239.32	11.5	8.2	9.9	9.85
46000	250.20	12.2	8.5	10.4	10.35
48000	261.08	12.9	9.0	11.0	10.95
50000	271.96	13.7	9.6	11.7	11.65
52000	282.83	14.4	9.9	12.2	12.15
54000	293.71	15.1	10.5	12.8	12.80
56000	304.59	16.2	11.5	13.9	13.85

Diametro(cm)	15.1	S1(kg/cm ²) =	14.50
Area(cm ²)	179.1	S2(kg/cm ²) =	127.77
Carga Maxima(kg)	57200	e1 =	0.5
Rotura f'cr (kg/cm ²)	319.4	e2 =	4.75
E2=0.4 f'cr (kg/cm ²)	127.8	Ec =	2.7E+05

CUADRO N° A.5.1

CALCULO DEL COSTO DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO

PARA A/C = 0,60 EN EL CONCRETO NORMAL

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	375.00	0.32	121.50
AGUA	L	228.00	0.04	9.35
ARENA	M ³	0.49	13.12	6.39
PIEDRA	M ³	0.64	32.40	20.68
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				157.92

PARA A/C = 0,60 Y 0.3% DE ADITIVO

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	375.00	0.32	121.50
AGUA	L	198.00	0.04	8.12
ARENA	M ³	0.49	13.12	6.39
PIEDRA	M ³	0.64	32.40	20.68
ADITIVO	ml	1147.1	0.003	3.72
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				160.41

PARA A/C = 0,60 Y 0.5% DE ADITIVO

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	375.00	0.32	121.50
AGUA	L	194.00	0.04	7.95
ARENA	M ³	0.49	13.12	6.39
PIEDRA	M ³	0.64	32.40	20.68
ADITIVO	ml	1897.10	0.003	6.15
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				162.67

PARA A/C = 0,60 Y 0.7% DE ADITIVO

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	375.00	0.32	121.50
AGUA	L	195	0.04	8.00
ARENA	M ³	0.49	13.12	6.39
PIEDRA	M ³	0.64	32.40	20.68
ADITIVO	ml	2647.1	0.003	8.58
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				165.15

CUADRO N° A.5.2

CALCULO DEL COSTO DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO

PARA A/C = 0,65 EN EL CONCRETO NORMAL

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	334	0.32	108.22
AGUA	L	220	0.04	9.02
ARENA	M ³	0.50	13.12	6.60
PIEDRA	M ³	0.66	32.40	21.37
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				145.21

PARA A/C = 0,65 Y 0.3% DE ADITIVO

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	334	0.32	108.17
AGUA	L	193	0.04	7.91
ARENA	M ³	0.50	13.12	6.60
PIEDRA	M ³	0.66	32.40	21.37
ADITIVO	ml	1021.6	0.003	3.31
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				147.36

PARA A/C = 0,65 Y 0.5% DE ADITIVO

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	334	0.32	108.17
AGUA	L	192	0.04	7.87
ARENA	M ³	0.50	13.12	6.60
PIEDRA	M ³	0.66	32.40	21.37
ADITIVO	ml	1689.6	0.003	5.47
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				149.49

PARA A/C = 0,65 Y 0.7% DE ADITIVO

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	334	0.32	108.17
AGUA	L	191	0.04	7.83
ARENA	M ³	0.50	13.12	6.60
PIEDRA	M ³	0.66	32.40	21.37
ADITIVO	ml	2357.6	0.003	7.64
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				151.61

CUADRO N° A.5.3

CALCULO DEL COSTO DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO

PARA A/C = 0,70 EN EL CONCRETO NORMAL

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	297.00	0.32	96.228
AGUA	L	211.00	0.04	8.65
ARENA	M ³	0.51	13.12	6.69
PIEDRA	M ³	0.66	32.40	21.38
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				132.95

PARA A/C = 0,70 Y 0.3% DE ADITIVO

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	292.86	0.32	94.89
AGUA	L	190	0.04	7.79
ARENA	M ³	0.51	13.12	6.69
PIEDRA	M ³	0.66	32.40	21.38
ADITIVO	ml	908.47	0.003	2.94
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				133.70

PARA A/C = 0,70 Y 0.5% DE ADITIVO

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	292.86	0.32	94.89
AGUA	L	190	0.04	7.79
ARENA	M ³	0.51	13.12	6.69
PIEDRA	M ³	0.66	32.40	21.38
ADITIVO	ml	1502.47	0.003	4.87
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				135.62

PARA A/C = 0,70 Y 0.7% DE ADITIVO

	UNIDAD	CANTIDAD	P.U (SOLES)	PARCIAL
CEMENTO	Kg	292.86	0.32	94.89
AGUA	L	188	0.04	7.71
ARENA	M ³	0.51	13.12	6.69
PIEDRA	M ³	0.66	32.40	21.38
ADITIVO	ml	2096.47	0.003	6.79
PRECIO TOTAL (SOLES/M ³)				137.46

CUADRO N° A.5.4

RELACION BENEFICIO COSTO DE UN METRO CUBICO DE CONCRETO CON Y SIN ADITIVO

A/C	CONCRETO	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	PRECIO (Soles)	VARIACION DEL PRECIO (%)	VARIACION DE LA RESISTENCIA	SOLES/KG/cm2 SI/(Kg/cm ²)
0.60	NORMAL	361.21	157.92	100.00	100.00	0.44
	0.3% ADITIVO	412.32	160.41	101.57	114.15	0.39
	0.5% ADITIVO	399.46	162.67	103.01	110.59	0.41
	0.7% ADITIVO	396.44	165.15	104.57	109.75	0.42
0.65	NORMAL	315.24	145.21	100.00	100.00	0.46
	0.3% ADITIVO	357.60	147.36	101.48	113.44	0.41
	0.5% ADITIVO	340.91	149.49	102.95	108.14	0.44
	0.7% ADITIVO	334.79	151.61	104.41	106.20	0.45
0.70	NORMAL	290.09	132.95	100.00	100.00	0.46
	0.3% ADITIVO	334.43	133.70	100.56	115.28	0.40
	0.5% ADITIVO	328.57	135.62	102.00	113.26	0.41
	0.7% ADITIVO	318.39	137.46	103.39	109.76	0.43



Plastiment® HE 98

ADITIVO PLASTIFICANTE E IMPERMEABILIZANTE

Aspecto : Líquido
Color : Café
Densidad : 1.18 kg/l \pm 0.01 kg/l

DESCRIPCION

Plastiment® HE 98 es un aditivo plastificante e impermeabilizante exento de cloruros que produce en el concreto un aumento considerable en su trabajabilidad logrando una buena reducción en la relación A/C.

CAMPO DE APLICACION

Plastiment® HE 98 es un aditivo de uso universal y su empleo es recomendable en todos los concretos de obras civiles, edificaciones, prefabricados y, en general, en toda obra de concreto donde:

- Se exija un concreto de calidad.
- Se tenga que elaborar elementos esbeltos y/o de alta cuantía de acero.
- Se requiera superficies en concreto caravista.
- Se necesite facilitar las labores de colocación.
- En todo tipo de obras hidráulicas (canales, presas, piscinas, sistemas, entre otros).

VENTAJAS

- Mejora la trabajabilidad en el concreto fresco, facilitando las labores de colocación de éste.
- Permite reducir el agua de amasado en el concreto produciendo incrementos en las resistencias mecánicas.
- Aumento de la impermeabilidad.
- Disminución de las retracciones.
- No contiene cloruros.
- Colocación del concreto con una ligera vibración en los lugares con gran cuantía de acero o poco accesible.
- Rapidez en la colocación del concreto bombeado gracias a la mejora de su trabajabilidad (slump).

DATOS TECNICOS

- pH al 10% : 8.5 \pm 0.5
- % de sólidos : 38 \pm 1
- Cumple la Norma ASTM C-494 Tipo A

MODO DE EMPLEO

Plastiment® HE 98 se utiliza diluido en el agua de amasado del concreto de acuerdo a la dosificación prescrita.

Se recomienda no preparar soluciones de antemano, por cuanto el aditivo tiene mayor densidad que el agua.

Si no se dispone de dosificadores de aditivo, debe emplearse un recipiente con la medida exacta para cada amasado.

CONSUMO

La dosis varía aproximadamente entre 0.3% a 0.7% del peso del cemento según el efecto deseado.

Para lograr una buena impermeabilidad, la dosis debe ser 0.4% del peso del cemento.

ALMACENAMIENTO

Se puede almacenar por 1 año en su envase original cerrado, sin deterioro si se mantiene en un lugar fresco y bajo techo.

A-7

PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL
CONCRETO.

BOLETÍN TÉCNICO SOBRE LAS NORMAS DE LOS
ADITIVOS

ENSAYO DE CONSISTENCIA DE CONCRETO (METODO DE ABRAHAMS)

Norma NTP 339.035

Procedimiento de Ensayo: Colocamos el cono metálico standard sobre una superficie plana y humedecida. Manteniéndolo inmóvil, pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta la tercera parte del cono. Este concreto se coloca moviendo la pala en torno del borde superior del cono, para asegurar la homogeneidad. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente. En seguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento en un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.

La tercera capa que se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al termino de la consolidación. En el caso de faltar material se añadirá el concreto necesario, enrazando con la barra o cuchara de albañil. Lleno y enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical. Se estima que desde el inicio de la operación hasta el termino no deben transcurrir mas de 2 minutos; de los cuales el proceso de desmolde no toma mas de cinco segundos.

El asiento se mide con aproximación de 5mm, determinando la diferencia entre la altura del cono metálico(molde) y la altura media de la cara libre del cono deformado.

Se aconseja que al termino del ensayo se golpee suavemente con la barra de apisonar una de las generatrices del cono, produciendo la caída del pastón. Con experiencia, la observación del comportamiento del concreto resulta de interés. Las mezclas bien dosificadas asientan lentamente sin perder su homogeneidad, revelando buena consistencia. Por el contrario, las mezclas defectuosas se disgregan y caen por separado.

ENSAYO DE FLUIDEZ (MESA DE SACUDIDAS)

Norma NTP 339.085

Es la resistencia que opone el concreto a experimentar deformaciones. Depende de la forma, gradación y tamaño máximo del agregado en la mezcla. Asimismo depende mayormente, para un tipo de agregado definido, de la cantidad de agua en el mezclado.

En la presente tesis el método de ensayo usado fue de la mesa de sacudida (NORMA NTP 339.085). Este método se considera aplicable a concretos plásticos que tienen agregados grueso hasta 38 mm (1 1/2"). Si el agregado grueso es mayor de 38 mm (1 1/2"), (el método es aplicable cuando se realiza sobre la porción de hormigón que pasa el tamiz 38 mm (1 1/2") después de haber eliminado los agregados mayores de cuerdo como se indica en la Norma ASTM C-172).

Como sabemos la consistencia es el grado de fluidez de una mezcla, determinada de acuerdo a un procedimiento prefijado.

Procedimiento de ensayo: El ensayo consiste en determinar el aumento del diámetro que experimenta la base inferior de un tronco de cono de masa de concreto fresco, sometido a sacudidas sucesivas.

Se procede a tomar una muestra del concreto fabricado, se limpia y se moja la mesa de sacudidas, quitando el exceso de agua con una esponja. Se centra el molde sobre la mesa, se sujeta firmemente y se hecha una cierta cantidad del material suficiente para llenar la mitad del molde.

Con la barra compactadora se aplican veinticinco golpes distribuidos uniformemente por toda la sección de la masa. Se procede a llenar el molde con exceso y se aplica otros veinticinco golpes con la varilla, procurando hasta que penetre hasta la capa inferior y que la masa rellene todos los huecos.

Se retira el concreto sobrante y se limpia la mesa. Se saca el molde levantándola con cuidado verticalmente, lo más rápido posible.

Luego se eleva y se deja caer durante 15 veces, desde una altura de 12.5 mm en 15 segundos girando la manivela con una velocidad uniforme.

Se determina el índice de consistencia calculando el tanto por ciento del aumento del diámetro, expresado en centímetros, de la base inferior del tronco de cono.

Se toma como diámetro medio del concreto extendido, la media aritmética de seis mediciones del diámetro, distribuidas simétricamente.

$$F = (D - 25) * 100 / 25$$

Donde: D: Diámetro promedio
 F : Factor de asentamiento.

ENSAYO DE EXUDACIÓN

Norma NTP 339.077

Es una propiedad del concreto al estado fresco. La exudación es la propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. Se presenta momentos después de haberse terminado de colocar el concreto ya que empieza a notarse la presencia de agua en la superficie del mismo, y continua durante una o dos horas. Es un caso típico de sedimentación en que los sólidos se asientan dentro de la masa plástica.

El fenómeno esta gobernado por las leyes físicas del flujo de un liquido en un sistema capilar, antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades. Esta influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fino es la molienda de este y mayor sea el porcentaje de material menor que la malla N°100, la exudación será menor pues retiene el agua de mezcla.

La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego la importancia es evaluarla y controlarla en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener.

Procedimiento del ensayo: Los aparatos a usar son: recipiente cilíndrico de metal de 25cm de diámetro o capacidad de ½ pie cúbico y una pipeta o jeringa para extraer el agua exudada. La temperatura debe de ser de ambiente entre 18° a 24°C, inmediatamente después de llenar, nivelar y alisar la superficie del recipiente se anota la hora, peso y su contenido.

Se coloca el recipiente sobre una superficie nivelada o sobre un piso libre de vibraciones y se tapa, manteniendo la misma en su lugar durante el ensayo.

Se extrae el agua que se haya acumulado en la superficie con la pipeta a intervalos de 10s durante los primeros 40 minutos, y a intervalos de 30 minutos de allí en adelante hasta que cese la exudación. Para facilitar la extracción del agua el recipiente se inclina en un taco aproximadamente de 5cm de espesor, dos minutos antes de extraer el agua.

Después de extraer el agua exudada se regresa el recipiente a su posición original para posteriormente proceder a lo anterior explicado.

Se calcula el agua acumulada de exudación, expresada como porcentaje del agua de mezclado contenida en la probeta de ensayo, como sigue:

$$C = w \times S / W$$

$$\text{Exudación (\%)} = D \times 100 / C$$

donde:

C: Masa de agua en la probeta de ensayo, en gramos.

W: Masa total de la mezcla, en kilogramos

w: Masa neta del agua en la mezcla en kilogramos

S: Masa de la muestra en kilogramos

D: Volumen total del agua de exudación extraída de la probeta de ensayo en cm³, multiplicado por 1 g/cm³ o masa del agua de exudación en gramos.

ENSAYO DE PESO UNITARIO

Norma NTP 339.046

Este ensayo tiene por objeto determinar el grado de densidad del concreto. El espacio ocupado por el concreto deberá, tanto como sea posible, llenarse con agregado sólido y gel-cemento libre de panales.

El peso unitario en estado fresco es el peso varillado expresado en Kg./m³ de una muestra representativa de concreto, los determinantes en el valor del peso unitario son los pesos específicos de los agregados pudiéndose clasificar en concretos:

- Densos
- Normales
- Ligeros.

El peso unitario es usado para comprobar el rendimiento de la mezcla, contenido de cemento y contenido de aire.

Procedimiento de Ensayo: La Norma correspondiente a este ensayo es NTP 339.046; según el tamaño máximo nominal del agregado grueso del concreto, los recipientes requeridos tendrán capacidades de 14 dm³ (1 / 2 pie³) 28 dm³ (1 pie³).

Como el tamaño nominal máximo de nuestro agregado grueso es de 3/4" nos corresponde utilizar el recipiente de 1 / 2 pie³. Una vez preparado el concreto se toma una muestra representativa y se llena hasta un tercio de su capacidad del recipiente y la masa del concreto se compacta con 25 golpes en forma de espiral de afuera al centro. De la misma manera se llenan las capas restantes, cuidando que la ultima capa se llena con un poco de exceso.

Al compactar la primera capa la barra compactadora no debe tocar el fondo del recipiente.

Al compactar la segunda y la tercera capa se aplica la fuerza necesaria para que la barra penetre ligeramente en la superficie de la anterior.

La superficie exterior del recipiente se golpea ligeramente de 10 a 15 veces o hasta que no aparezcan burbujas grandes de aire en la superficie.

La superficie superior se alisa y termina con una plancha, el material adherido en las paredes externas se limpia y se procede a pesar la muestra .

El peso unitario se calcula dividiendo el peso neto del concreto entre el volumen del recipiente.

$$PU = PC / VB$$

Donde:

PU: Peso unitario del concreto

PC: Peso del concreto neto

VB: Volumen del recipiente.

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE

Norma NTP 339.046

En todo concreto se encuentra aire y es por eso que es importante la medición del contenido de aire para prevenir los efectos perjudiciales de esta.

El contenido de aire en el concreto es el porcentaje de vacíos que hay en la misma.

Procedimiento de Ensayo:

El procedimiento para el contenido de aire es similar que para el peso unitario, ya que para su calculo utilizaremos el método gavimetrico, en la cual haremos uso del peso unitario del concreto fresco.

La Norma correspondiente a este ensayo es NTP 339.046; según el tamaño máximo nominal del agregado grueso del concreto, los recipientes requeridos tendrán capacidades de 14 dm³ (1 /2 pie³) 28 dm³ (1 pie³).

Primeramente se mide el peso del concreto por metro cúbico luego se procede a calcular las cantidades de material que hemos utilizado .Encontradas las cantidades de los materiales procedemos a llevarlos a la condición de diseño

seco, es cuando los agregados están saturados superficialmente secos. Luego hallamos el volumen de cada material y por diferencia obtenemos la cantidad de aire en un metro cúbico de concreto.

El contenido de aire se calcula como sigue:

$$CA = (PUL - PUD) * 100 / P_{un}$$

Donde :

CA : Contenido de aire en el concreto fresco

PUD: Peso unitario nominal del concreto fresco en Kg/m³ calculado como si no tuviera aire.

PUL : Peso unitario del concreto fresco en kg /m³.

ENSAYO DE TIEMPO DE FRAGUADO

Norma NTP 339.082

El tiempo de fraguado es el proceso de endurecimiento del concreto.

Arbitrariamente se ha dividido el fraguado en dos periodos:

- El fraguado inicial
- El fraguado final

El fraguado inicial, se caracteriza por un aumento en la viscosidad y en la temperatura de la mezcla.

El fraguado final, se caracteriza por un endurecimiento de la mezcla como lógica consecuencia del aumento de su resistencia.

La fragua del concreto depende básicamente del contenido de aluminato tricálcico (AC₃) del cemento, finura del cemento, relación a/c, temperatura y humedad del ensayo.

La norma establece el tiempo de fraguado del concreto con asentamiento superior a cero por medio de agujas de penetración sobre la muestra tamizada. El principio del método consiste en determinar la velocidad de endurecimiento de

una muestra de concreto, y así, la fragua inicial se produce cuando la presión por penetración es de 500 lb/pulg² y la fragua final cuando la presión de penetración alcanza 4,000 lb/pulg².

Procedimiento de Ensayo: Preparamos una tanda de 0.02 m³ de mezcla. Luego la tamizamos por la malla N° 4 con la ayuda de la mesa vibratoria. La mezcla que pasa por dicha malla es llenada en los 2 moldes cilindricos de:

Diámetro = 17.7 cm. (norma 150 mm)

Altura = 17.7 cm. (norma mínima 150 mm)

Se llena cada molde en una sola capa hasta una altura mínima de 14 cm. Dando un golpe con la varilla compactadora por cada 650 mm² de superficie. Para dichos moldes corresponden 38 golpes en cada uno. Se golpea a los costados del molde para eliminar las burbujas de aire y luego se enrasa.

Una vez enrasado se anota la hora de inicio del ensayo.

Se cuenta con agujas de diámetro:

CUADRO N° A9.1

Diámetro	Sección		Norma
	pulg ²	mm ²	mm ²
1 1/8"	0.994	641	645
13/16"	0.5185	335	323
9/16"	0.2485	160	161
5/16"	0.0767	50	65
4/16"	0.0491	32	32
3/16"	0.0276	18	16

El vástago de cada aguja debe tener una marca periférica a una distancia de 25 mm. Medida desde el extremo de la aguja.

Según el estado de endurecimiento del mortero, se debe colocar el aparato una aguja de tamaño apropiado y se pone ésta en contacto con el mortero. Se aplica una fuerza vertical gradual y uniformemente hacia abajo hasta lograr una penetración de 25 mm en un tiempo aproximado de 10 segundos.

Se registra la fuerza aplicada, el área de la aguja de penetración y la hora del ensayo.

En posteriores ensayos de penetración se debe tener cuidado en eludir sitios en los cuales el mortero ha sido alterado por penetraciones previas.

La distancia libre entre la aguja y el sitio de cualquier penetración anterior, debe ser al menos de 2 veces el diámetro de la aguja que se use, pero en ningún caso inferior a 15 mm. Se debe dejar una distancia libre entre la aguja y la pared del recipiente por lo menos 25 mm.

Para muestras normales y temperaturas normales, el primer ensayo se debe hacer cuando haya transcurrido 3h a 4h y los demás ensayos cada hora. Para mezclas aceleradas o altas temperaturas, se recomienda hacer el primer ensayo cuando hayan transcurrido 1h a 2h y los demás ensayos a intervalos de 0,5h. Para condiciones de baja temperatura o mezclas de hormigón retardado, el primer ensayo debe hacerse cuando hayan transcurrido 4h a 6h a más, los posteriores deben hacerse a intervalos de 1h, a menos que el incremento de resistencia a la penetración indique que son aconsejables intervalos más cortos.

Para cada ensayo de fraguado se deben hacer por lo menos 6 penetraciones y los intervalos de tiempo entre ellas serán tales que suministren puntos adecuados y lo suficientemente espaciados para dibujar una curva satisfactoria de velocidad de endurecimiento. Las penetraciones deben continuarse hasta alcanzar una resistencia de por lo menos 280 daN/cm² (280 Kgf/cm²).

Se calcula la resistencia a la penetración, en daN/cm² (Kgf/cm²) como el cociente de la fuerza requerida para que la aguja penetre 25 mm y el área de la superficie de contacto de la aguja.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Norma: ASTM C 3961 "Standard Test Method For Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens"

La resistencia a la compresión es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra a expresar en términos de la relación agua/ cemento en peso.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, un elemento adicional constituido por la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llega a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

Procedimiento de Ensayo:

El ensayo consiste previamente en fabricar probetas cilíndricas de 15 X 30cm, posteriormente desmoldar estas y curarlas llevándolas a la poza, ya sea por un tiempo de 7, 14 o 28 días. Luego al retirarlo estas se dejan secar por espacio de 3hrs. Aproximadamente.

Una vez secado superficialmente se procede al capeado con el CAPIN (confinación de azufre y bentonita), dejar secar por lo menos 10 minutos, y luego preparada. Una vez preparada el testigo se mide el diámetro (promedio de tres medidas) y procedemos a ensayarla en la maquina compresora.

Un aspecto fundamental es que uno de los cabezales de aplicación de carga debe ser rotulado, y la probeta tiene que colocarse muy bien centrada para evitar efectos de flexión compuesta. Se ensayara 3 probetas para los 7 y 14 días de curado, excepto para los 28 días que son 6.

La aplicación de la velocidad de la carga debe ser constante (20- 50 lb/plg²/seg), por lo menos durante la segunda mitad de la aplicación de la carga de rotura estimada. La aplicación intermitente de la carga producida por el manejo de la maquina, afectan negativamente a los valores de f_c del concreto.

La lectura que se obtiene de la maquina compresora es la carga que soporta dicho testigo y para calcular el f_c del concreto se divide dicha carga obtenida entre el área de aplicación de la fuerza:

$$f_c = \frac{P}{A} \text{ (kg / cm}^2 \text{)}$$

Donde: f_c : Resistencia a la compresión del concreto en kg/cm².
 P : Carga máxima en Kg.
 A : Área de la probeta normal a la carga en cm².

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESION DIAMETRAL

Norma: ASTM C-496 "Standard Test Method For Splitting Tensile strength of Cylindrical Concrete Specimens".

En general las estructuras de concreto se diseñan asumiendo que el concreto carece la resistencia a la tracción y que solo es capaz de resistir esfuerzos de compresión lo que caracterizan al concreto. No obstante los esfuerzos de tracción se puede medir de forma indirecta mediante el ensayo de Compresión Diametral.

Procedimiento de Ensayo:

El ensayo consiste previamente en fabricar probetas cilíndricas de 15 X 30cm, posteriormente desmoldar estas y curarlas llevándolas a la poza por un tiempo de 28 días. Luego al retirarlo estas se dejan secar por espacio de 3hrs. Aproximadamente.

Luego colocar la probeta en forma horizontal apoyada sobre una plancha de acero la que se colocara sobre la placa inferior de la maquina de ensayo. A la vez colocar en la generatriz opuesta de la probeta, otra plancha similar entre la probeta y la placa superior de la máquina.

Aplicar la carga que se distribuirá a lo largo de los listones hasta llevarla a la rotura y leer la correspondiente carga.

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Donde :

- Ft : Resistencia a la tracción del concreto en kg/cm²
- P : Carga máxima en kg.
- D : Diámetro de la probeta en cm.
- L : Longitud de la probeta en cm.

ENSAYO DE MODULO ELÁSTICO ESTÁTICO

Norma : ASTM C-469 "Standard Test Method For Static Modulus of Elasticity and Poisson Ratio of Concrete in Compression".

El modulo elástico en el concreto, es una de las propiedades elásticas hasta un cierto grado. Su grafica representativa de Esfuerzo – Deformación es una línea curva, lo que nos dice que el concreto es un material perfectamente elástico.

Al someterse una probeta de concreto a carga que se incrementa constantemente, ocurre una deformación, parte de ella es consecuente de la deformación elástica y otra parte como resultado de la deformación plástica o escurrimiento.

La curva Esfuerzo – Deformación muestra una zona de trabajo donde los esfuerzos y las deformaciones son proporcionales para fines prácticos.

Este limite de proporcionalidad para el caso del modulo Elástico es el 40% de la resistencia a la compresión ($f'c$) y la deformación para ese punto.

Es importante decir que la determinación del módulo elástico es una aproximación por cualquiera de los métodos que existen, sencillamente porque el concreto no es perfectamente elástico.

Luego se encontrara el Módulo Elástico también conocida como “Modulo de Young” que es la relación entre los esfuerzos y deformaciones unitarias en compresión.

Para su determinación existen varios métodos, siendo el mas conocido los “Niveles Ópticos”, cuyo equipo mas usado son los “Espejos Martens”, este método es rápido y no requiere demasiada preparación para realizarlo. Se ha considerado en este trabajo el modulo cuerda por ser el mas representativo.

Los puntos que definen la cuerda para la determinación del modulo respectivo están definidos así:

- a) El punto de curva Esfuerzo – Deformación corresponde a una deformación unitaria de 0.5×10^{-4} y su esfuerzo correspondiente.
- b) El punto de curva Esfuerzo – Deformación que corresponde al 40% de la resistencia a la compresión y la deformación, para este punto, determina el Módulo Elástico.

$$E_c = \frac{E_2 - E_1}{D_2 - (0.5 \times 10^{-4})} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Donde:

E2 : Esfuerzo a la máxima carga en kg/cm² (40% de f'c)

E1 : Esfuerzo cuando la deformación es de 0.5×10^{-4}

Da : Deformación Unitaria correspondiente al esfuerzo E2.

**Procedimiento de Ensayo – METODO DE ESPEJOS MARTENS
(Niveles ópticos)**

El ensayo para la determinación del Módulo de Elasticidad Estático del concreto se ha hecho con cilindros de prueba de 6" de diámetro por 12" de alto, preparados, curados durante 28 días, medidos y pesados, cabeceados con capin exactamente igual que para la preparación de las probetas en el ensayo de resistencia a la compresión.

Preparados ya los especimenes de ensayo, se les conduce hasta la máquina compresora Trinius Olsen y se les prepara para la prueba, donde se va a leer las deformaciones longitudinales para cada 2,000 kg. de incremento de carga.

El equipo utilizado consta de las siguientes partes:

1.- Extensómetro : 2 barras de 15 cm. de longitud que se ubican verticalmente en los extremos opuestos de un diámetro del cilindro de prueba, y sujetos por un marco metálico. Se les coloca en el tercio central a la altura del espécimen. Cada barra tiene en un extremo 2 uñas con las que logra adherirse a la probeta y en el otro extremo unas rueditas que permiten la colocación entre ambos, del rombo de las varillas que contienen los espejos. Hay que señalar que los extensómetros deben colocarse con las uñas hacia arriba, de tal manera que puedan colocarse los espejos en la parte inferior, en las caras anterior y posterior del cilindro de prueba.

2.- Espejos: En cada extensómetro va una varilla sujeta en su parte central, en donde tiene forma rómbica, por las rueditas del extensómetro (el rombo es de 5 mm) : en su extremo tiene un espejito de 1.5 cm. de lado, que al aplicarse la carga pueden girar con la varilla respecto a ella misma. La distribución de los 2 espejitos es uno en la cara anterior y al lado derecho(mirando de frente a la prensa de rotura) y otro en la cara posterior al lado izquierdo del espécimen.

3.- Lentes: Instalados en un trípode 2 anteojos, con los que se deben divisar los espejos correspondientemente al lado en el que están ubicados y a través de los espejos divisar las reglas graduadas en cm. que se encuentran cada uno junto al antejo. El trípode debe ubicarse de tal modo que la distancia entre la regla y el espejo en los 2 casos sea de 1.25 m.

Se ha ensayado un total de 36 especímenes de 3 para cada diseño tanto para el concreto patrón y el concreto con aditivo, siendo en total 12 diseños, todos ensayados a los 28 días.

RESULTADOS

Para encontrar el módulo de elasticidad estático, tenemos que proceder a obtener las respectivas curvas esfuerzo-deformación.

Entonces debemos definir para cada punto de la curva el esfuerzo de compresión y la deformación unitaria longitudinal correspondiente. El esfuerzo es la relación entre la carga que va incrementándose en 2000 kg, para cada lectura y el área de la sección transversal que es constante para cada cilindro de prueba.

NORMAS DE ENSAYO AGREGADOS

1.- AGREGADO FINO

a) GRANULOMETRIA

NTP 400.012

Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Las mallas utilizadas para determinar la granulometría de los agregados finos se designa por el tamaño de la abertura cuadrada en pulgadas.

La distribución de los tamaños de las partículas tiene efecto importante en el consumo de agua del concreto fabricado con un agregado dado. Por consiguiente tiene importancia en la trabajabilidad y características de acabado del concreto fresco.

Procedimiento del Ensayo

Remover el material con el badilejo dentro de la carretilla (o con una pala si esta en el suelo y es gran cantidad) y pesar la cantidad de 500 gr.

Limpiar las mallas y verificar el orden decreciente según el tamaño de abertura de la siguiente manera: N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y fondo.

Tapar y encender la zaranda por espacio de 1.5 minutos. El resultado del tamizado se expresa indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra. En el peso del material retenido por cada tamiz, debe incluirse el material obtenido de la limpieza del mismo.

El error máximo respecto al peso total inicial con el peso obtenido de la suma, será de mas o menos 1 %.

b) MODULO DE FINURA**NTP 400.011**

Es un índice aproximado del tamaño medio de las partículas de los agregados, siendo proporcional con el grosor del agregado. Se usa para controlar la uniformidad de los agregados, cuando mayor es el módulo de finura, menor será la demanda de agua por área superficial.

Se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de los tamices N° 100, 50, 30, 16, 8, 4 y 3/8", dividido entre 100.

SUPERFICIE ESPECIFICA

Se define como la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado por unidad de peso o al volumen absoluto.

Para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidos en el otro es igual al promedio de las aberturas

Es importante desde el punto de vista que permite comprender conceptualmente varias relaciones y propiedades entre los agregados y la pasta de cemento.

Conceptualmente, al ser más finas las partículas se incrementa la superficie específica y el agregado necesita más pasta para recubrir el área superficial total y sucede al contrario si es más grueso

c) PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**NTP 400.017**

El peso unitario o peso aparente, es la relación de su peso por unidad de volumen. Este peso se incrementa con el grado de compactación y con el contenido de humedad, además esta en función con el tamaño, forma y granulometría del agregado. Se determinarán dos tipos de Pesos Unitarios:

- **PESO UNITARIO SUELTO (PUS)**

Es cuando el proceso de llenado del recipiente (de volumen estandarizado) es en una sóla capa, continuo y sin ninguna presión (varillado).

Procedimiento del ensayo

Se llena el balde metálico (1/10 de pie 3), hasta rebosar descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm por encima de la parte superior del recipiente. Se deben tomar precauciones para impedir en lo posible la segregación de las partículas. Se determina el peso neto del agregado en el recipiente. Luego se obtiene el peso unitario suelto del agregado dividiendo este entre el volumen del recipiente.

PESO UNITARIO SUELTO = W / V (Kg/m³)
--

donde: W : Peso neto del agregado.

 V : Volumen del recipiente.

- **PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC) :**

Es cuando el proceso de llenado del recipiente es por tres capas y se ejerce presión (varillado).

Procedimiento del ensayo

Se procede a llenar la tercera parte del recipiente (de 1/10 pie 3), y se nivela con la mano la superficie. Se apisona la masa con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Luego se llena el recipiente hasta rebosar, golpeándola varias veces con la barra, el agregado sobrante se elimina usando la barra como regla.

Se recomienda al compactar la primera capa no golpear el fondo del recipiente con fuerza. Al compactar las últimas capas sólo se emplea la fuerza necesaria para que la barra penetre la última capa de agregado.

Se determina el peso neto del agregado en el recipiente, luego se obtiene el peso unitario compactado dividiendo el peso neto entre el volumen del recipiente.

$$\text{PESO UNITARIO COMPACTADO} = W^{\circ} / V^{\circ} \quad (\text{Kg/m}^3)$$

donde: W° : Peso neto del agregado
 V° : Volumen del recipiente

d) PESO ESPECIFICO

NTP 400.022

El peso específico es un indicador de la calidad en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles.

Se define como el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas.

El peso específico es necesario para la dosificación de la mezcla y para el cálculo de volúmenes absolutos del material.

Procedimiento del ensayo

Se coge aproximadamente 1000 gr. del agregado fino por el método del cuarteo, y se coloca en un envase adecuado.

Luego se procede a remojar el material durante 24 horas. Una vez realizado esto se elimina agua del recipiente, se extiende el material en una

superficie plana y se remueve constantemente hasta garantizar un secado uniforme. Esta operación se repite hasta que los granos del agregado no se peguen entre si; una vez hecho esto se introduce en un cono; se golpea la superficie suavemente 25 golpes con la barra de metal y se levanta el cono verticalmente. Si existe humedad libre el cono de agregado se mantendrá uniforme, se prosigue secando y se repite el procedimiento anterior; el material estará secado superficialmente cuando el cono de agregado se desmorone al retirar el molde, por lo cual la muestra se encuentra saturado superficialmente seco.

En una probeta llenar hasta 250 cm³ de agua. Pesar 250 gr. de la arena SSS y echarlos en la probeta para determinar su volumen por desplazamiento. Luego escurrir el agua de la probeta y colocar los 250 gr. de arena en una lata para secarla en el horno y pesamos esta muestra.

$$\text{PESO ESPECIFICO DE MASA} = A / (V - W) \quad (\text{gr/cm}^3)$$

donde:

A: Es el peso secado al horno del material.

V: Es el volumen del frasco en centímetros cúbicos

W: Es el peso en gramos o volumen en cm³ del agua añadido al estado fresco.

e) PORCENTAJE DE ABSORCION

NTP 400.022

Se define como la diferencia en peso del material saturado superficialmente seco y el peso del material secado al horno (24 hr) todo dividido entre el peso seco y multiplicado por 100.

Procedimiento del Ensayo

Se procede a preparar el agregado lo mismo que para el peso especifico y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{PORCENTAJE DE ABSORCIÓN} = (500 - W_o) * 100 / W_o \dots\dots\dots(\%)$$

donde: W_o: Peso del material secado al horno en grs.

f) **CONTENIDO DE HUMEDAD**

ASTM C - 566

Es la cantidad de agua que contiene el agregado fino en estado natural. Esta propiedad es importante porque de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua en el concreto varia.

Numéricamente se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado al horno (24 hr) dividido entre el peso natural del material y todo multiplicado por 100.

Procedimiento del Ensayo

Se toma 1000 grs del material libre de impurezas y se pone en un recipiente para luego llevarlo a secarlo al horno a 100°-110°C durante 24 hrs. Luego se retira del horno y se deja enfriar para luego pesarlo.

$$\text{CONTENIDO DE HUMEDAD (\%)} = (W_n - W_s) * 100 / W_s$$

Donde:

W_n: Peso natural del agregado

W_s: Peso del agregado secado al horno

2.- AGREGADO GRUESO

a) GRANULOMETRIA

NORMA NTP 400.012

Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

Procedimiento del Ensayo:

Como sería sumamente difícil de medir el volumen de los diferentes tamaños de partículas, se usa una manera indirecta, la cual es tamizarlas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos y llevarlo en porcentajes con respecto al peso total. Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada.

La toma de muestra de este material según la Norma depende del tamaño máximo nominal del agregado ya que a mayor tamaño máximo nominal se tomará una mayor muestra.

Una vez tomada la cantidad de la muestra, se colocará en la malla superior en la forma siguientes: 1", 3/4" , 1/2", 3/8, y fondo, para luego ponerlo en la zaranda por espacio de 2 minutos.

El resultado del tamizado se expresa indicando el porcentaje retenido por cada tamiz referido al total de la muestra. En el peso del retenido por cada tamiz, debe incluirse el material obtenido de la limpieza del mismo.

TAMAÑO o DIAMETRO MAXIMO

Existen varias definiciones respecto al tamaño máximo.

- Tamaño Máximo es el menor tamiz por donde pasa todo el agregado tamizado.
- Tamaño Máximo Nominal es la malla que pasa del 95 – 100 % o en el que se produce el primer retenido.

- **Tamaño Máximo** es el diámetro del tamiz inmediato superior al que retiene el 15 % o más en forma acumulado del material.

Trabajaremos con esta última. Para que sean aptos deben caer en uno de los huso. Si no hay restricción existen varias alternativas para un agregado.

b) PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO NTP 400.017

Es el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen total incluyendo los vacíos.

b.1 Determinación Peso Unitario Compactado:

Se procede a tomar una cantidad representativa del agregado a ensayar y se selecciona mediante el cuarteo. Se llena la tercera parte del balde metálico (de $\frac{1}{2}$ pie³), donde luego se nivela con la mano la superficie.

Se apisona la masa con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las 2 terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Luego se llena la medida hasta rebosar, golpeándola varias veces con la barra, el agregado sobrante se elimina usando la barra como regla.

Se recomienda al compactar la primera capa no golpear el fondo del recipiente con fuerza. Al compactar las últimas capas sólo se emplea la fuerza necesaria para que la barra penetre la ultima capa de agregado.

Se determina el peso neto del agregado en el recipiente, luego se obtiene el peso unitario compactado dividiendo el peso neto entre el volumen del recipiente.

$$\text{Peso Unitario Compactado} = W / V_o \quad (\text{Kg/m}^3)$$

donde: **W** : Peso neto del agregado
 V_o: Volumen del recipiente.

b.2 Determinación del Peso Unitario Suelto:

Se llena el balde metálico estandarizado ($\frac{1}{2}$ pie³), hasta rebosar descargando el agregado desde una altura no mayor de 50mm por encima de la parte superior del recipiente. Se deben tomar precauciones para impedir en lo posible la segregación de las partículas.

Se determina el peso neto del agregado en el recipiente. Luego se obtiene el peso unitario suelto del agregado dividiendo entre el volumen del recipiente.

$$\text{Peso Unitario Suelto} = W' / V' \quad (\text{Kg/m}^3)$$

donde:

W' : Peso neto del agregado

V' : Volumen del recipiente.

c) PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN NTP 400.021

Se define como el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas.

Procedimiento del ensayo

Se selecciona por el método del cuarteo, aproximadamente 5 Kilos del agregado, rechazando todo material que pasa por el tamiz 4.75 mm (Nº4).

Después de eliminado todas las impurezas polvo u otros materiales extraños de la superficie del material se seca el material y se pone a remojar en una vasija con agua por espacio de 24 hrs.

Luego se saca el materia del agua y seca con una franela o se hace rodar el material sobre una superficie grande absorbente hasta percibir que haya

desaparecido toda la película de agua visible aunque la superficie de las partículas aun parezcan húmedas. Se debe tener cuidado con la evaporación durante la operación del secado. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición de saturación con la superficie seca.

Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturado con la superficie seca en la canasta de alambre y se determina su peso en agua .

Luego dicha muestra una vez pesada en el agua se pone a secar a la temperatura de 100°C a 110°C durante 24 hrs. para luego dejarlo enfriar a temperatura ambiente durante (1 hr) y se pesa.

$$\text{Peso específico de masa} = \frac{A}{V - W}$$

donde:

A: Peso del material secado al horno en kgrs.

V: Peso del material saturado secado superficialmente en kgrs.

W: Peso del material en el agua, muestra saturada secada superficialmente.

d) PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

NTP 400.021

Es la capacidad del agregado grueso de absorber el agua en contacto con él. Al igual que el contenido de humedad esta propiedad influye en la cantidad de agua para la relación agua/cemento en el concreto.

También se define como la diferencia en peso del material superficialmente seco y el peso del material secado al horno (24 hr) todo dividido entre él, peso seco y multiplicado por 100.

Procedimiento del ensayo:

Se procede a preparar el agregado lo mismo que para el peso específico y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Absorción} = (V - A) * 100 / A \dots\dots\dots(\%)$$

donde:

V: Peso de la muestra saturada superficialmente
seco.

A : Peso del material o muestra seca al horno.

SUPERFICIE ESPECIFICA

Se define como la suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado grueso por unidad de peso o al volumen absoluto.

Para su determinación se consideran dos hipótesis que son: que todas las partículas son esféricas y que el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidos en el otro es igual al promedio de las aberturas

e) CONTENIDO DE HUMEDAD:

ASTM C - 566

Es la cantidad de agua que contiene el agregado grueso. Esta propiedad es importante por que de acuerdo a su valor (en porcentaje) la cantidad de agua en el concreto varia.

También se define como la diferencia entre el peso del material natural y el peso del material secado al horno (24 hr) dividido entre el peso natural del material, todo multiplicado por 100.

Procedimiento del ensayo

Se toma 1000grs del material libre de impurezas y se pone en un recipiente para luego llevarlo a secarlo al horno a 100 °C a 110°C durante 24 hrs.

Se retira del horno y se deja enfriar por espacio de una hora a hora y media, luego se pesa.

Se procede a calcular el contenido de humedad, restando al peso del material natural menos el peso del material secado al horno, todo dividido entre el peso seco al horno y multiplicado por 100.

$$\text{Contenido de Humedad} = (W_n - W_s) * 100 / W_s$$

donde:

W_n : Peso natural del agregado

W_s : Peso del agregado secado al horno.

NUEVA NORMA PARA ADITIVOS QUÍMICOS

Se denominan aditivos a las sustancias que se añaden a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades. El desarrollo del concreto y la aparición de nuevas técnicas está en relación directa con el uso de aditivos destinados a mejorar sus propiedades. Esto se debe principalmente a:

Las exigencias que, en general, han impuesto los avances tecnológicos.

El requisito de estabilidad frente a determinadas condiciones ambientales.

La posibilidad de aumentar el rendimiento en la elaboración, transporte y puesta en obra del concreto.

En armonía con el desarrollo de los aditivos y su aplicación más extensiva en nuestro medio, se ha dado la nueva norma NTP 334.088 que reemplaza a las anteriores normas nacionales 339.086 y 339.087 del año 1981. El antecedente de la nueva norma se encuentra en la ASTM C 494. La norma, como lo indica su denominación, se refiere a aditivos químicos, comprendidos dentro de la nomenclatura de la norma ASTM. No se consideran algunos aditivos de uso limitado, como son aquellos que regulan la contracción del concreto, fungicidas y germicidas, generadores de burbujas de gas, etc. Tampoco incluye a los incorporadores de aire.

Nomenclatura

Aditivo acelerador: Aditivo que acelera el tiempo de fraguado y desarrolla una rápida resistencia inicial del concreto.

Aditivo retardador: Aditivo que retarda el tiempo de fraguado del concreto.

Aditivo reductor de agua: Aditivo que reduce la cantidad de agua de mezcla necesaria para producir concreto de una consistencia dada.

Aditivo reductor de agua de alto rango: Aditivo que reduce en 12% o más, la cantidad de agua de mezcla necesaria para producir concreto de una consistencia dada.

Aditivo reductor de agua y acelerador: Aditivo que reduce la cantidad de agua de mezcla necesaria para producir concreto de una consistencia dada, y que acelera tanto el tiempo de fraguado como el desarrollo de la resistencia temprana del mismo.

Aditivo reductor de agua y retardador: Aditivo que reduce la cantidad de agua de mezcla necesaria para producir concreto de una consistencia dada, y que retarda el fraguado del mismo.

Aditivo reductor de agua y retardador de alto rango: Aditivo que reduce en 12% o más, la cantidad de agua necesaria para producir concreto de una consistencia dada y que retarda el tiempo de fraguado del mismo.

Requisitos de la Norma

La norma establece para cada uno de los aditivos considerados, requisitos para comprobar las modificaciones aportadas por el aditivo en las siguientes propiedades del concreto:

- a) requerimiento de agua
- b) tiempo de fraguado
- c) resistencia a la compresión
- d) resistencia a la flexión
- e) deformación por contracción
- f) inalterabilidad (durabilidad)

La evaluación de estas características se efectúa por comparación con los resultados obtenidos con un concreto de similar composición y características pero sin aditivos, que se denomina concreto de control o concreto patrón. Los métodos de ensayo están especificados en la norma.

La tabla N°1 determina los valores que deben ser aplicados en cada caso.

Niveles en el Control de Calidad

Nivel 1: Durante la etapa de aprobación inicial, la prueba del cumplimiento de los requisitos de desempeño, definidos en la tabla 1, demuestra que el aditivo cumple los requisitos de la norma. Los ensayos de uniformidad y equivalencia se deben llevar a cabo de modo que den resultados con los cuales se puedan realizar comparaciones.

Nivel 2: Los reensayos de propiedades físicas y desempeño pueden ser solicitados a intervalos por el comprador. Las pruebas de cumplimiento de los requisitos de la Tabla 1, demuestra la continua uniformidad del aditivo con los requisitos de la norma.

Nivel 3: Para la aceptación de un lote o para medir la uniformidad dentro de los lotes o entre los mismos, cuando lo especifique el comprador, se deberán utilizar los ensayos de uniformidad y equivalencia por residuo sólido, peso específico y análisis infrarrojo.

De los Ensayos de Uniformidad

Los ensayos de uniformidad y equivalencia, se realizarán sobre la muestra inicial y se deberán guardar los resultados como referencia para compararlos con los obtenidos en los ensayos de muestras tomadas de cualquier parte del lote o de los lotes subsiguientes del aditivo suministrado para uso en la obra.

Cuando el comprador lo especifique, la uniformidad de un lote o la equivalencia de diferentes lotes de la misma fuente, se deberá establecer mediante la aplicación de los siguientes procedimientos y requisitos:

Análisis Infrarrojo: Los espectros de absorción de la muestra inicial y de la muestra de ensayo deben ser esencialmente similares. La norma recomienda un procedimiento de ensayo.

Se pueden emplear otros procedimientos de análisis infrarrojo, previo acuerdo entre el comprador y proveedor.

Residuo mediante secado en horno Aditivos líquidos: Los residuos secados en el horno de la muestra inicial y de las muestras subsiguientes deben estar dentro de un intervalo de variación no mayor que 5%.

Residuo mediante secado en horno Aditivos no líquidos: Los residuos secados en el horno de la muestra inicial y de las muestras subsiguientes deben estar dentro de un intervalo de variación no mayor que 4%.

Peso específico: Cuando se realiza el ensayo, el peso específico en las muestras subsiguientes de ensayo no deberá diferir del peso específico de la muestra inicial en más del 10% de la diferencia entre el peso específico de la muestra inicial y la del agua reactiva a la misma temperatura.

En algunos casos, pueden resultar inapropiados algunos de estos procedimientos. Al efecto, se pueden establecer otros requisitos para uniformidad y equivalencia de lote a lote, o dentro de un mismo lote, previo acuerdo entre el comprador y el fabricante.

Otros requerimientos de ensayo

El comprador puede exigir un reensayo limitado para confirmar el cumplimiento actual del aditivo con los requisitos de la norma. Tal reensayo limitado cubrirá las propiedades físicas y el desempeño del aditivo.

El reensayo de las propiedades físicas consistirá en ensayos de uniformidad y equivalencia por análisis infrarrojo, residuo mediante secado en horno y peso específico.

El reensayo de propiedades de desempeño consistirá en el contenido de agua del concreto fresco, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión a 3 días, 7 días y 28 días.

A petición del comprador, el fabricante deberá establecer por escrito que el aditivo proporcionado para utilizar en obra es idéntico, en todos sus aspectos esenciales, incluyendo la concentración, al aditivo ensayado con base en esta norma.

Cuando se vaya a utilizar el aditivo en concreto pretensado el fabricante deberá certificar por escrito el contenido de ion cloro del aditivo y si éste ha sido agregado o no durante su fabricación.

Embalaje y Rotulado

Cuando se suministra el aditivo en envases o en contenedores, se debe rotular claramente el nombre del fabricante del aditivo, el tipo, de acuerdo con la norma y el peso neto o volumen. Se debe proporcionar información similar en los informes que acompañan los envíos de aditivos a granel.

Referencias

Boletín Técnico Cemento. Aditivos para el cemento. N°5 - VI/83.

Boletín Técnico Cemento. Super - Plastificantes. N°32-11/88.

Chemical admixtures for concrete - ACI 212.3R.

Tabla 1. Requisitos Físicos

	Tipo A Reductos – agua	Tipo B Retardador	Tipo C Acelerador	Tipo D Reductor de agua y Retardador	Tipo E Reductor de agua y Acelerador	Tipo F Reductor de agua de alto rango	Tipo G Reductor de agua de alto rango y retardador
Contenido de agua, % del control	95			95	95	88	88
Tiempo de fraguado del concreto, desviación permisible respecto al control horas-minutos							
Fraguado inicial							
No menos de	—	1:00 después	1:00 antes	1:00 después	1:00 antes	—	1:00 después
No más de	1:00 antes pero no 1:30 después	3:30 después	3:30 antes	3:30 después	3:30 antes	1:00 antes pero no 1:30 después	3:30 después
Fraguado final:							
No menos de:....	—	—	1:00 antes	—	1:00 antes	—	—
No más de:	1:00 antes pero no 1:30 después	3:30 después	—	3:30 después	—	1:00 antes pero no 1:30 después	3:30 después
Resistencia a la compresión mínima, % con respecto al control ^b							
1d...	—	—	—	—	—	140	125
3d...	110	90	125	110	125	125	125
7d...	110	90	100	110	110	115	115
28d...	110	90	100	110	110	110	110
6 meses...	100	90	90	100	100	100	100
1 año...	100	90	90	100	100	100	100

Continúa ...

Tabla 1. Requisitos Físicos

Continuación...

	Tipo A Reductos – agua	Tipo B Retardador	Tipo C Acelerador	Tipo D Reductor de agua y Retardador	Tipo E Reductor de agua y Acelerador	Tipo F Reductor de agua de alto rango	Tipo G Reductor de agua de alto rango y retardador
Resistencia a la flexión, mínima, %con respecto al control							
3d...	100	90	110	100	110	110	110
7d...	100	90	100	100	100	100	100
28d...	100	90	90	100	100	100	100
Cambio de longitud, máxima contracción (requisitos alternativos) ^c Porcentaje de control	135	135	135	135	135	135	135
Aumento con respecto al control	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Factor de durabilidad relativa, mínima ^d	80	80	80	80	80	80	80

Notas Tabla 1.

- A Los valores de la tabla incluyen la tolerancia para las variaciones normales en los resultados de los ensayos. El objeto de requisitos de un 90% de resistencia a la compresión para los aditivos Tipo B es exigir un nivel de comportamiento comparable al concreto de referencia.
- B La resistencia a la compresión y a la flexión del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo a cualquier edad, no debe ser menor que el 90 % de la obtenida en cualquier ensayo a edad previa.
El objeto de este límite es garantizar que la resistencia a la compresión o flexión del concreto que contiene el aditivo bajo ensayo, no disminuya con el tiempo
- C Requisitos alternativos. El porcentaje del límite de control en la mezcla de referencia se aplica cuando el cambio en la longitud del control es 0,030% o mayor; el aumento con respecto al control se aplica cuando el cambio en la longitud del control es menor que 0,030%.
- D Este requisito se aplica únicamente cuando el aditivo se utiliza en concreto con aire incorporado, el cual puede estar expuesto a condiciones de congelamiento y descongelamiento cuando está húmedo.

ANEXO B
FOTOGRAFIAS