

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO,
DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA UTILIZANDO
RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE
COMPRESIÓN EN LAS PROBETAS

TESIS

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

FERNANDO LUIS YNGAROCA JIMENEZ

Lima - Perú
2005

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I ESTUDIO DE LOS MATERIALES

1.1	Agregado fino	
1.1.1	Definición	1
1.1.2	Propiedades físicas	1
1.1.3	Peso específico	2
1.1.4	Peso unitario	3
1.1.5	Granulometría	4
1.1.6	Porcentaje de absorción y contenido de humedad	6
1.1.7	Superficie específica y módulo de finura	7
1.1.8	Cantidad de material que pasa la malla nº 100	9
1.2	Agregado grueso	
1.2.1	Definición	10
1.2.2	Peso unitario	10
1.2.3	Peso específico	11
1.2.4	Granulometría	12
1.2.5	Superficie específica y módulo de finura	14
1.2.6	Porcentaje de absorción y contenido de humedad	15
1.2.7	Tamaño máximo nominal	16
1.3	Agregado global	17
1.3.1	Generalidades	17
1.3.2	Análisis Granulométrico	17
1.3.3	Módulo de finura	18
1.3.4	Peso unitario compactado	19
1.4	Cemento Portland Tipo I	20
1.4.1	Definiciones	21
1.4.2	Características químicas	24
1.4.3	Características físicas	25
1.5	Agua	27
1.5.1	Generalidades	27

1.5.2	Requisitos	27
1.5.3	Muestreo para su utilización	28
1.5.4	Tipos de agua	28

CAPITULO II DISEÑO DE MEZCLA

2.1	Generalidades	29
2.2	Diseño de mezcla	33
2.2.1	Diseño preliminar	33
2.2.2	Ensayo preliminar de compresión para $a/c=0.65$ y cálculo de la curva optima de agregados según $f'c$	36
2.2.3	Diseño de mezcla final	37
2.2.3.1	Diseño de mezcla relación $a/c=0.60$	38
2.2.3.2	Diseño de mezcla relación $a/c=0.65$	38
2.2.3.3	Diseño de mezcla relación $a/c=0.70$	39

CAPITULO III PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

3.1	Generalidades	40
3.2	Consistencia	41
3.3	Peso unitario	43
3.4	Porcentaje de fluidez	45
3.5	Contenido de aire	46
3.6	Tiempo de fragua	48
3.7	Exudación	50

CAPITULO IV PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO CON CAPEADO CONVENCIONAL Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION

4.1	Generalidades	51
4.2	Resistencia a la compresión del compresión a los 7, 14 y 36 días, utilizando recubrimiento de azufre y almohadillas de compresión	
4.2.1	Resistencia a la compresión utilizando recubrimiento de azufre	52
4.2.2	Resistencia a la compresión utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión	53
4.3	Modulo de elasticidad estática del concreto a los 36 días, utilizando recubrimiento con azufre y almohadillas de compresión	
4.3.1	Modulo de elasticidad estática, utilizando recubrimiento de azufre	56

4.3.2	Modulo de elasticidad estática, utilizando recubrimiento almohadillas de compresión	57
4.4	Resistencia a la tracción por compresión diametral	57
CAPÍTULO V CUADRO DE RESULTADOS Y GRAFICOS		
5.1	Estudio de los materiales	
5.1.1	Grafica A-01, Granulometría agregado fino, grueso y	59
5.1.2	Grafica A-04, Peso Unitario Compactado del Agregado Global vs Agregado Fino (%)	62
5.2	Diseño de mezcla	
5.2.1	Cuadro B-01, B-02, B-03, Mezcla de prueba del concreto, y B-04 Mezcla de prueba definitiva del concreto	63
5.2.2	Grafica B-01, B-02, B-03, Determinación de la cantidad de agua y B-04 Ensayo de compresión.	67
5.2.3	Cuadro B-05, B-06, B-07, Diseño de mezcla patrón	71
5.3	Propiedades del concreto al estado fresco	
5.3.1	Cuadro C-01, C-02, C-03, Tiempo de fraguado	74
5.3.2	Grafico C-01, C-02, C-03, Tiempo de fraguado	77
5.3.3	Cuadro D-01, D-02, D-03, Exudación	80
5.3.4	Grafica D-01, D-02, D-03, Exudación	83
5.4	Propiedades del concreto al estado endurecido	
5.4.1	Cuadro E-01, E-02, E-03, Ensayo de la resistencia a la compresión, utilizando recubrimiento de azufre	86
5.4.2	Cuadro F-01, F-02, F-03, Ensayo de la resistencia a la de compresión, utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión	89
5.4.3	Cuadro E1-01, E1-02, E1-03, Calculo de la media, desviación estándar y coeficiente de variación, utilizando recubrimiento de azufre	92
5.4.4	Cuadro F1-01, F1-02, F1-03, Calculo de la media, desviación estándar y coeficiente de variación, utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión	95
5.4.5	Grafica Polígono de frecuencia F1-01, F1-02, F1-03, utilizando recubrimiento de azufre	98
5.4.6	Grafica Polígono de frecuencia E1-01, E1-02, E1-03, con recubrimiento de almohadillas de compresión	101
5.4.7	Grafica Diagrama de dispersión E-01, E-02, E-03, con recubrimiento de azufre	104
5.4.8	Grafica Diagrama de dispersión F-01, F-02, F-03, con recubrimiento de almohadillas de compresión	107
5.4.9	Cuadro G1, G2, G3, Ensayo de modulo elástico estático, con recubrimiento de azufre	110

5.4.10	Cuadro H1, H2, H3, Ensayo de modulo elástico estático, con recubrimiento de almohadillas de compresión	122
5.4.11	Grafica G1, G2, G3, Ensayo de modulo elástico estático, con recubrimiento de azufre	134
5.4.12	Grafica H1, H2, H3, Ensayo de modulo elástico estático, con recubrimiento de almohadillas de compresión	149
CAPITULO VI ANALISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS		
6.1	Agregados	
6.1.1	Agregado fino	165
6.1.2	Agregado grueso	165
6.1.3	Agregado global	166
6.2	Estado fresco del concreto	166
6.3	Análisis comparativo al estado endurecido	
6.3.1	Ensayo de resistencia a la compresión del concreto	167
6.3.2	Ensayo del modulo elástico estático	175
6.4	Análisis comparativo de costos	176
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
7.1	Generalidades	178
7.2	Conclusiones	178
7.3	Recomendaciones	181
ANEXOS		
1	Bibliografía	183
2	Normas	
2.1	ASTM C 1231/1231 M	185
2.2	AASHTO T 22-92'	189
2.3	ASTM C-496, Modulo elástico Estático	196
3	Cotización	200
4	Fotografía	203

INTRODUCCION

Actualmente, en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería no existen estudios de investigación para obtener la resistencia del concreto con almohadillas de compresión.

Con el fin de mejorar la calidad del ensayo y brindar mejor atención al cliente, en lo que respecta específicamente, al ensayo de la resistencia del concreto y modulo de elasticidad estática del concreto al estado endurecido, se utilizó en vez del recubrimiento de azufre, recubrimiento de almohadillas de compresión, por su facilidad de uso y efectos no contaminantes y no dañinos a la salud que se da en el empleo de azufre.

En el presente trabajo de investigación las almohadillas de compresión cumplen las exigencias de las Normas ASTM C-1231, y AASHTO T-22; son de procedencia USA. Marca ELE INTERNATIONAL INC./ SOILTEST de 6" de diámetro.

El objetivo del presente estudio de investigación es hacer un análisis de comparación de la resistencia del concreto de mediana a baja resistencia al estado endurecido, reemplazando el recubrimiento de la probeta con azufre por almohadillas de compresión y a la vez analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, elaborado con agregado grueso de la cantera La Gloria, agregado fino de la cantera Trapiche y cemento Pórtland Tipo I.

Para los diseños de mezcla se empleará tres relaciones agua-cemento, $a/c=0.60$, $a/c=0.65$ y $a/c=0.70$ y en cada caso se analizará el comportamiento del concreto al estado fresco y específicamente en el estado endurecido

En el estado fresco se realizaron los siguientes ensayos: consistencia, peso unitario, porcentaje de fluidez, contenido de aire, tiempo de fragua y exudación.

En el estado endurecido se realizaron, el ensayo de la resistencia a la compresión del concreto y modulo elástico estático, para ello se utilizo dos tipos de recubrimiento, recubrimiento de azufre y recubrimiento con almohadillas de compresión; también se hizo el ensayo de la resistencia a la tracción por compresión diametral; todos los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la UNI.

Finalmente considero que es importante señalar que hasta la fecha no se han efectuado en el Perú, estudios del comportamiento del concreto utilizando como recubrimiento en las probetas, almohadillas de compresión por ser este más eficiente. Esta es una de las razones en que radica la importancia del presente trabajo.

CAPITULO I

ESTUDIO DE LOS MATERIALES

1. ESTUDIO DE LOS MATERIALES

1.1 AGREGADO FINO. NORMA NTP 400.037

1.1.1 Definición.

Se define como agregado fino, aquel que pasa el tamiz 9.51 mm (malla 3/8") y queda retenido en el tamiz 74 μm (malla N°200), proveniente de la desintegración natural o artificial.

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas.

El agregado fino utilizado en la presente investigación proviene de la cantera "Trapiche"

1.1.2 Propiedades Físicas

El conocimiento del significado de las principales propiedades físicas será provechoso para interpretar los resultados de las pruebas.

Se efectuaron los siguientes ensayos en el Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM) de la UNI:

ENSAYO EFECTUADO	NORMA
Peso Específico	NTP 400.022
Peso Unitario	NTP 400.017
Granulometría	NTP 400.012
Porcentaje de Absorción	NTP 400.022
Contenido de Humedad	NTP 400.016
Superficie Específica	NTP 400.021
Módulo de Finura	NTP 400.012

1.1.3 Peso Específico. Norma NTP 400.022

El peso específico de un agregado es la relación de su peso al peso de un volumen igual de agua. Se usa en los cálculos para el control y diseño de mezclas. Por ejemplo, en la determinación del volumen absoluto ocupado por el agregado. No es una medida de calidad del agregado.

A continuación se darán las siguientes definiciones:

Peso Específico de Masa: Es la relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables del material)

Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca: Es la relación entre el peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen del mismo.

Peso Específico Aparente: Relación entre el peso de la masa del agregado y el volumen impermeable de masa del mismo.

A continuación se presenta el Cuadro N ° 1.1.1

Peso Específico: Cuadro N ° 1.1.1

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	M-1	M-2	M-3	
Peso de la arena superficialmente seca+peso del balón+peso del agua(gr)	986.50	987.50	987.50	987.17
Peso de la arena superficialmente seca+peso del balón(gr)	675.00	675.00	675.00	675.00
Peso del Agua: W (gr)	311.50	312.50	312.50	312.17
Peso de la arena secada al horno+peso del balón(gr)	670.00	671.00	670.00	670.33
Peso del balón (gr)	175.00	175.00	175.00	175.00
Peso de la arena secada al horno: A (gr)	495.00	496.00	495.00	495.33
Volumen del balón: V (cm ³)	500.00	500.00	500.00	500.00
Peso Específico de Masa $A/(V-W)$	2.63	2.65	2.64	2.64
Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca: $V/(V-W)$	2.65	2.67	2.67	2.66
Peso Específico Aparente: $A/[(V-W)-(V-A)]$	2.70	2.70	2.71	2.70

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESIÓN EN LAS PROBETAS

1.1.4 Peso Unitario. Norma NTP 400.017

Es el peso del agregado por unidad de volumen. Este peso es variable dependiendo del grado de compacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado.

Peso Unitario Suelto: En éste ensayo se busca determinar la cantidad de peso del agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario. Se usa el término "peso volumétrico unitario" por que se trata del volumen ocupado por el agregado y los huecos. Este peso se utiliza para convertir cantidades en volumen. Al realizar este ensayo se deja caer suavemente el agregado fino al recipiente hasta llenarlo.

A continuación se presenta el Cuadro N ° 1. 2

Peso Unitario Suelto: Cuadro N ° 1.1.2

	DATOS	UND	M1	M2	M3	PROM
A	Pmuestra+Pbalde (1/10 p3)	g	7662.50	7654.00	7721.00	7679.17
B	Pbalde 1/10 p3	g	2781.00	2781.00	2781.00	2781.00
C	Pmuestra (A-B)	g	4881.50	4873.00	4940.00	4898.17
D	Volumen balde 1/10 p3	cc	2831.70	2831.70	2831.70	2831.70
	Peso unitario suelto C/D	g/cc	1.724	1.721	1.745	1.730
PESO UNITARIO SUELTO:			1.730	g/cc		

Peso Unitario Compactado: Al igual que el peso unitario suelto se busca determinar el peso del agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario. El ensayo consiste en llenar el recipiente en tres capas, cada una de estas capas estará apisonada con 25 golpes de una varilla lisa de 2 pies de longitud y de ϕ 5/8" con punta roma, finalmente se empareja la superficie del agregado con esta varilla, así el peso del agregado dentro del recipiente representará el peso unitario del agregado con cierto grado de compactación.

A continuación se presenta el Cuadro N° 1.1.3

Peso Unitario Compactado: Cuadro N ° 1.1.3

	DATOS	UND	M1	M2	M3	PROM
A	Pmuestra+Pbalde (1/10 p3)	gr	8267.50	8320.00	8331.50	8306.33
B	Pbalde 1/10 p3	gr	2781.00	2781.00	2781.00	2781.00
C	Pmuestra (A-B)	gr	5486.50	5539.00	5550.50	5525.33
D	Volumen balde 1/10 p3	cc	2831.70	2831.70	2831.70	2831.70
	Peso unitario suelto C/D	gr/cc	1.938	1.956	1.960	1.951
PESO UNITARIO COMPACTADO:			1.951	gr/cc		

1.1.5 Granulometría. Norma NTP 400.012

Se define como granulometría a la distribución por tamaños de las partículas de agregado.

Normalmente la granulometría del agregado fino se expresa en términos de los porcentajes retenidos en los Tamices N° 4, N° 8, N° 16, N°30, N° 50, N° 100 y N° 200.

En general, es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites:

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8" (9.50 mm)	100
N° 4 (4.75 mm)	95 a 100
N° 8 (2.36 mm)	80 a 100
N° 16 (1.18 mm)	50 a 85
N° 30 (600 micrones)	25 a 60
N° 50 (300 micrones)	10 a 30
N° 100 (150 micrones)	2 a 10

El Reglamento Nacional de Construcción especifica la granulometría de la arena en concordancia con las normas A. S. T. M. Norma ASTM C-33-86

Adicionalmente, en relación con su granulometría, el agregado fino deberá:

- 1.- Contener suficiente material que pasa la malla N° 50 a fin de obtener en el concreto adecuada trabajabilidad, ello especialmente en mezclas con pastas pobres.
- 2.- Tener un máximo de 3% a 5% de material que pasa la malla N° 200. No se confundirá los finos del agregado con limo, la marga u otras impurezas indeseables.
- 3.- Evitar emplear, salvo que las circunstancias del entorno obliguen a ello, como el caso de la selva baja peruana, agregado excesivamente fino.
- 4.- Recordar que los límites permisibles para el agregado fino depende en alguna forma del perfil y características superficiales de las partículas.

GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

Muestra: Arena de la Cantera "Trapiche"

Peso: 500 gr.

Cuadro N °1.1.4

Mallá	M1	M2	M3	Promedio
#4	32.40	39.50	41.50	37.80
#8	68.50	66.00	65.50	66.67
#16	123.10	125.00	123.50	123.86
#30	122.00	124.00	122.50	122.83
#50	85.50	83.00	82.50	83.67
#100	42.50	38.00	39.50	40.00
Fondo	26.00	24.50	25.00	25.17
Total	500.00	500.00	500.00	500.00

PORCENTAJES ACUMULADO

Cuadro N ° 1.1.5

Mail	Peso Retenido	%Retenido	%Ret. Acumulado	%Acum. Pasa
	(gr)			
#4	37.80	7.56	7.56	92.44
#8	66.67	13.33	20.89	79.11
#16	123.86	24.77	45.67	54.33
#30	122.83	24.57	70.23	29.77
#50	83.67	16.73	86.97	13.03
#100	40.00	8.00	94.97	5.03
Fondo	25.17	5.03	100.00	0.00
Total	500.00			

Del cuadro N ° 1.1.5 se obtiene el **gráfico A-01** que representa la curva granulométrica del agregado fino.

1.1.6 Porcentaje de absorción. NTP 400.022

La absorción de los agregados debe determinarse, de manera que la proporción de agua en el concreto pueda controlarse y se puedan determinar los pesos correctos de mezcla. La estructura interna de las partículas de un agregado está formada de materia sólida y huecos que pueden contener agua o no. La absorción es la propiedad que tienen los agregados de incorporar agua a su estructura interna, teniendo como consecuencia un aumento en su peso. Es importante tener en cuenta esta característica en el diseño de mezclas de concreto ya que esta puede quitarle o agregarle agua de las mezclas.

La Absorción de un agregado está representada por el porcentaje de agua que le es necesaria para llegar a la condición de saturada superficialmente seca.

Para efectos de cálculo se han promediado 3 ensayos que se detallan a continuación en el cuadro N ° 1.1.6.

Cuadro N ° 1.1.6

	DATOS	UND	M1	M2	M3	PROM
A	Peso de la arena secada al hono	gr	495	496	495	495.33
V	Volumen del balón	cm ³	500.00	500.00	500.00	500.00
	Porcentaje de absorcion (V-A)*100/A		1.01	0.81	1.01	0.94
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN:			0.94			

Contenido de humedad. Norma 400.016

Se entiende por contenido de humedad a la cantidad de agua que contiene el agregado en su estado natural. El contenido de humedad es una propiedad de los agregados a tomar en cuenta al momento de hacer los diseños de mezcla, debido a que esta condición nos obligara a realizar la corrección del agua de mezclado.

A continuación en cuadro N° 1.1.7 se mostraran los datos y cálculos para determinar el contenido de humedad del agregado fino.

Cuadro N ° 1.1.7

	DATOS	UND	M1	M2	M3	PROM
A	Pmuestra humeda	gr	500.00	500.00	500.00	500.00
B	Pmuestra seca horno	gr	494.50	496.50	496.00	495.67
C	Contenido de humedad (A-B)/B*100	%	1.11	0.70	0.81	0.87
CONTENIDO DE HUMEDAD		0.8745 %				

1.1.7 Superficie específica. Norma NTP 400.021

Es un índice de cuanto cemento se necesita para cubrir el área total del agregado que se este usando. Si se usa agregado fino se incrementa la superficie específica, aumentando la cantidad de cemento que se utiliza para cubrir las partículas finas.

El valor de la Superficie Específica del agregado será igual a la suma de la superficie específica de cada tamiz.

Para la determinación de la superficie específica se tendrá en cuenta dos suposiciones:

- 1.- Que todas las partículas son esféricas.
- 2.- El tamaño medio de las partículas que pasan un tamiz y queden retenidas en otro, es igual al promedio de las dos aberturas.

A continuación en el cuadro N ° 1.1.8

Cuadro N ° 1.1.8

Malla	%Retenido(1)	Diam. Prom(2)	(1)/(2)
#4	7.56	0.714	10.59
#8	13.33	0.356	37.44
#16	24.77	0.179	138.38
#30	24.57	0.089	276.07
#50	16.73	0.045	371.78
#100	8.00	0.022	363.64
Fondo	5.03	0.011	457.27
Total			1655.17

$$Se = \frac{6(\Sigma t)}{100*Pe} = \frac{6*1655.17}{100*2.64} = 37.62 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

Modulo de Finura. Norma NTP 400.012

Según la norma, el Modulo de Finura es un factor empírico obtenido por la suma dividida por cien de los porcentajes retenidos acumulados de los siguientes tamices:

38.10 mm (1 ½"),	4.76 mm (N° 4),	595 µm (N° 30)
19.00 mm (3/4"),	2.38 mm (N° 8),	297 µm (N° 50)
9.51 mm (3/8"),	1.19 mm (N° 16),	149 µm (N° 100)

Es un indicador de la finura de un agregado; cuanto mayor sea el módulo de finura, más grande es el agregado. Es útil para estimar las proporciones de los agregados finos y gruesos en las mezclas para concreto.

Para el cálculo del modulo de finura del agregado fino, se sumaran los porcentajes retenidos acumulados de los tamices: 1 ½", ¾", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100. Luego a esta suma la dividimos entre 100.

Se estima que las arenas comprendidas entre los módulos 2.20 y 2.80 producen concreto de buena trabajabilidad y reducida segregación; y las que se encuentran entre 2.80 y 3.20 son los más favorables para concretos de alta resistencia.

Para la presente tesis calculamos el Módulo de Finura del agregado Fino como sigue (los valores son tomados del cuadro N° 1.1.5)

$$M. F. = \frac{7.56+20.89+45.67+70.23+86.97+94.97}{100} = 3.26$$

Como se aprecia este Modulo de Finura, indica que este agregado fino proporcionará un concreto de alta resistencia.

1.1.8 Cantidad de material que pasa por la malla N ° 100.

Tiene trascendencia en los agregados pues pueden afectar en la resistencia del concreto, esto hace que la mezcla requiera mayor cantidad de agua.

La cantidad que pasa por la malla N ° 100 según la granulometría es de 5.03 %.

1.2 AGREGADO GRUESO. Norma NTP 400.037

1.2.1 Definición

Se define como agregado grueso aquel retenido en el tamiz 4.76 mm (N ° 4), proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca y que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037.

Para el presente trabajo el agregado grueso es una piedra triturada cuyo Tamaño Nominal Máximo es 1", procedente de la cantera "La Gloria".

1.2.2 Peso Unitario. Norma NTP 400.017

Peso Unitario Suelto

En este ensayo se busca determinar la cantidad de peso del agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario.

Se usa el término "peso volumétrico unitario" porque se trata del volumen ocupado por el agregado y los huecos. Al realizar este ensayo se deja caer suavemente el agregado grueso al recipiente hasta llenarlo, luego se nivela la superficie del recipiente con una varilla lisa; no se debe ejercer presión sobre el agregado.

Se presenta a continuación en el Cuadro N ° 1.2.1 los datos y cálculos para determinar el Peso Unitario Suelto del agregado grueso.

Cuadro N ° 1.2.1

	DATOS	UND	M1	M2	M3	PROM
A	Pmuestra+Pbalde (1/2p3)	gr	33000.00	32700.00	32600.00	32766.67
B	Pbalde 1/2 p3	gr	11800.00	11800.00	11800.00	11800.00
C	Pmuestra (A-B)	gr	21200.00	20900.00	20800.00	20966.67
D	Volumen balde 1/2 p3	cc	14158.42	14158.42	14158.42	14158.42
	Peso unitario suelto C/D	gr/cc	1.50	1.48	1.47	1.48
PESO UNITARIO SUELTO:		1.481	gr/cc			

Peso Unitario Compactado

Al igual que el peso unitario suelto se busca determinar el peso del agregado que llenaría un recipiente de volumen unitario. El ensayo consiste en llenar el recipiente en tres capas, cada una de estas estará apisonada con 25 golpes con una varilla lisa de 2 pies de longitud y de \varnothing 5/8" con punta roma, finalmente se empareja la superficie del agregado con esta varilla, así el peso del agregado

dentro del recipiente representa el peso unitario del agregado con cierto grado de compactación.

A continuación se presenta el Cuadro N ° 1.2.2 con los datos y cálculos del peso unitario compactado del agregado grueso.

Cuadro N ° 1.2.2

	DATOS	UND	M1	M2	M3	PROM
A	Pmuestra+Pbalde (1/2p3)	gr	35100.00	34900.00	35250.00	35083.33
B	Pbalde 1/2 p3	gr	11800.00	11800.00	11800.00	11800.00
C	Pmuestra (A-B)	gr	23300.00	23100.00	23450.00	23283.33
D	Volumen balde 1/2 p3	cc	14158.42	14158.42	14158.42	14158.42
	Peso unitario suelto C/D	gr/cc	1.65	1.63	1.66	1.64
PESO UNITARIO COMPACTADO:			1.644	gr/cc		

1.2.3 Peso Específico. Norma NTP 400.021

Se define como Peso Específico a la relación, a una temperatura estable, de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen de agua destilada libre de gas. De acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades la expresión correcta debe ser "Densidad" ya no Peso Específico. A continuación se darán algunas definiciones.

Peso Específico Aparente.- Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen

de agua destilada libre de gas. Si el material es sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable.

Peso Específico de Masa.- Es la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales de material); a la masa en el aire de igual densidad, de un volumen de agua destilada libre de gas.

Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca.- Lo mismo que peso específico de masa, excepto que la masa incluye el agua en los poros permeables.

A continuación se presenta el Cuadro N ° 1.2.3

Cuadro N ° 1.2.3

DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			PROMEDIO
	M-1	M-2	M-3	
Peso de muestra secada al horno: A (gr)	2982.50	2981.50	2981.50	2981.83
Peso de la muestra saturada con superficie seca: B (gr)	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
Peso de la muestra saturada sumergida en agua+peso de la canastilla(gr)	3828.50	3828.50	3833.50	3830.17
Peso de la canastilla (gr)	1890.00	1890.00	1890.00	1890.00
Peso de la muestra saturada sumergida en agua: C (gr)	1938.50	1938.50	1943.50	1940.17
Peso Específico de Masa: A/(B-C)	2.81	2.81	2.82	2.81
Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca: B/(B-C)	2.83	2.83	2.84	2.83
Peso Específico Aparente: A/(A-C)	2.86	2.86	2.87	2.86

1.2.4 Granulometría. Norma NTP 400.012

Con este ensayo determinaremos los diferentes diámetros de las partículas que componen el agregado grueso, así como los porcentajes que ocupan en la muestra representativa del agregado. Los tamices estándar usados para determinar la gradación del agregado grueso son: 4", 3 1/2", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8".

TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESIÓN EN LAS PROBETAS

La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

A continuación se presenta los siguientes cuadros:

- Cuadro N° 1.2.4, muestra el análisis granulométrico promedio del agregado.
- Cuadro N° 1.2.5, muestra los porcentajes acumulados que pasa.

Cuadro N ° 1.2.4

Muestra: Piedra de la Cantera "Gloria"

Peso: 12000 gr.

Malla	M1	M2	M3	Promedio
1"	226.50	208.00	326.50	253.67
3/4"	3335.00	4113.50	3623.50	3690.67
1/2"	5222.50	5054.50	4860.00	5045.66
3/8"	2108.00	1838.50	2147.50	2031.33
1/4"	1040.50	748.00	987.00	925.17
Fondo	67.50	37.50	55.50	53.50
Total	12000.00	12000.00	12000.00	12000.00

Cuadro N ° 1.2.5

Porcentaje Acumulado que Pasa

Malla	Peso Retenido (gr)	%Retenido	%Ret. Acumulado	%Acum. Pasa
1"	253.67	2.11	2.11	97.89
3/4"	3690.67	30.75	32.86	67.14
1/2"	5045.66	42.05	74.91	25.09
3/8"	2031.33	16.93	91.84	8.16
1/4"	925.17	7.71	99.55	0.45
Fondo	53.50	0.45	100.00	0.00
Total	12000.00			

Del cuadro N ° 1.2.5 se obtiene el **gráfico A-02** que representa la curva granulométrica del agregado grueso

1.2.5 Superficie Específica

Análogamente al caso del agregado fino, se hace el cálculo de Superficie Específica del agregado grueso asumiendo las mismas suposiciones. Pero aquí contrariamente a lo que ocurre con los finos, si el agregado tiene partículas gruesas se necesitará menor pasta de cemento para cubrir la superficie considerada para el agregado grueso.

A continuación se presenta el siguiente cuadro N ° 1.2.6

Cuadro N ° 1.2.6

Malla	%Retenido(1)	Diam. Prom(2)	(1)/(2)
1"	2.11	3.17	0.67
3/4"	30.75	2.22	13.85
1/2"	42.05	1.58	26.61
3/8"	16.93	1.11	15.25
1/4"	7.71	0.794	9.71
Fondo	0.45	0.556	0.81
			66.90

$$Se = \frac{6(\sum t)}{100 * Pe} = \frac{6 * 66.9}{100 * 2.81} = 1.43 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

$$Se = 1.43 \text{ cm}^2/\text{gr}.$$

Modulo de Finura

Análogamente el modulo de finura del agregado grueso se calcula utilizando la misma formula que se utilizo en el agregado fino.

Para la presente tesis calculamos el Módulo de Finura del agregado grueso como sigue (los valores son tomados del cuadro N° 1.2.5)

$$M.F. = \frac{32.86 + 91.84 + 600}{100} = 7.25$$

$$M.F. = 7.25$$

1.2.6 Porcentaje de Absorción. Norma NTP 400.021

Se define como la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergida 24 horas en ésta, se expresa como porcentaje del peso. La absorción de los agregados deben determinarse de manera que la proporción de agua en el concreto pueda controlarse y se puedan determinar los pesos correctos de las mezclas.

A continuación se presenta el Cuadro N ° 1.2.7

Cuadro N ° 1.2.7

	DATOS	UND.	M1	M2	M3	PROM
A	Peso de la arena secada al hono	gr	2982.5	2981.5	2981.5	2981.83
V	Peso de la arena saturada superficialmente seca	cm ³	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
	Porcentaje de absorcion (V-A)*100/A		0.59	0.62	0.62	0.61
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN:				0.6092		

Contenido de Humedad

Se entiende por contenido de humedad a la cantidad de agua que contiene el agregado en su estado natural. El contenido de humedad es una propiedad de los agregados a tomar en cuenta al momento de hacer los diseños de mezclas, debido a que esta condición nos obligara a realizar la corrección del agua de mezclado. Las condiciones de humedad a tener en cuenta se definen así:

Secado al Horno.- Completamente absorbentes.

Secado al Aire.- La superficie de la partícula está seca, pero esta algo húmeda en el interior; son por lo tanto algo absorbentes.

Saturado y Superficialmente Secos.- No absorben agua ni aumentan el agua de la mezcla.

Húmedos o Mojados.- Si contiene un exceso de humedad en la superficie.

A continuación se presenta el cuadro N ° 1.2.8

Cuadro N ° 1.2.8

DATOS	UND	M1	M2	M3	PROM
Peso de la muestra húmeda: A(gr)	gr	1492.00	1730.00	1646.00	1622.67
Peso de la muestra seca al horno: B(gr)	cm ³	1488.50	1725.50	1642.00	1618.67
Contenido de Humedad (A-B)* 100/B		0.24	0.26	0.24	0.25
CONTENIDO DE HUMEDAD % :		0.25			

1.2.7 Tamaño Máximo Nominal. Norma NTP 400.037

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. El tamaño máximo nominal del agregado no deberá ser mayor de:

- Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados.

Un tercio del peralte de las losas.

Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones, o ductos de preesfuerzo.

Para la presente investigación el tamaño máximo nominal (T.M.N.) es:

$$\text{T.M.N.} = 1''$$

1.3 AGREGADO GLOBAL

1.3.1 Generalidades

Los agregados tienen directa influencia sobre el concreto, pues ocupan aproximadamente las dos terceras ($2/3$) partes de él. Muchas veces se observara que la granulometría de cada agregado (fino o grueso) no se ajustará a los husos establecidos por las Normas ASTM C-33; pero debemos mezclarlos buscando una distribución de partículas eficientes en cuanto a la gradación. A esta mezcla de agregados en forma eficiente la conocemos como agregado global y esto esta aceptado por la norma anteriormente mencionada.

1.3.2 Análisis Granulométricos. Norma NTP 400.012

Es de suma importancia el estudio de los agregados por lo que estos ocupan aproximadamente las $2/3$ partes del volumen total del concreto, que influirán en las propiedades del concreto.

En lo que respecta la granulometría, lo más importante es la gradación total. Los agregados finos y gruesos, por separado no necesariamente cumplirán con los husos granulométricos establecidos por las normas ASTM C - 33 y NTP 400 - 012; que sin embargo mezclándolos adecuadamente nos suministran una distribución de partículas eficientes, que para nuestro caso, de aquí en adelante lo denominaremos como agregado global.

La misma norma ASTM C - 33, admite esto, ya que nos indica que se podrán emplear agregados que no cumplan con los requisitos, si se demuestra que con ellos se obtiene concretos que satisfacen las especificaciones técnicas del proyecto.

A mayor calidad de los agregados (dureza, resistencia al desgaste, etc.), nos proporcionará un concreto de mayor calidad.

Son útiles los agregados de origen ígneo, para un concreto de alta resistencia a la compresión.

A continuación se presenta el cuadro N° 1.3.1, obtenido del cuadro N° 1.1.5 y el cuadro N° 1.2.4

Cuadro N° 1.3.1

Mallas Granulométricas	% Retenido		Agregado Global				
	Arena	Piedra	Combinación		Resultado de Combinación		
	Ar	Pd	52 % Ar	48 % Pd	% Retenido	% Rete. Acum	% Pasa Acum
1 1/2"		0.00		0	0	0	100
1"		2.11		1	1	1	99
3/4"		30.75		15	15	16	84
1/2"		42.05		20	20	36	64
3/8"		16.93		8	8	44	56
1/4"		7.71		4	4	48	52
N° 4	7.56	0.45	4	0	4	52	48
N° 8	13.33		7		7	59	41
N° 16	24.77		13		13	72	28
N° 30	24.57		13		13	85	15
N° 50	16.73		9		9	93	7
N° 100	8.00		4		4	97	3
Fondo	5.03		3		3	100	0

Del cuadro N° 1.3.1 se obtiene la **gráfica A-03** que representa la curva granulométrica del agregado global

1.3.3 Modulo de Finura. Norma NTP 400.011

Se define como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100, dividida entre 100.

Los agregados que presentan un módulo de finura bajo indican una preponderancia de las partículas más finas con un área superficial total muy alta, la que será necesario cubrir con pasta.

Hacemos el cálculo del Módulo de Finura del agregado global. Estos valores son tomados del **cuadro 1.3.1**

$$M.F.=16+44+52+59+72+85+93+97 = 5.18$$

100

Módulo de Finura (M.F.) = 5.18

1.3.4 Peso Unitario Compactado. Norma. NTP 400.017

El ensayo consiste en llenar el recipiente en tres capas, cada una de estas capas estará apisonada con 25 golpes de una varilla lisa de 2 pies de longitud y de \varnothing 5/8" con punta roma; pero no se trata de solo llenar un recipiente con la mezcla de los agregados sino determinar la máxima compacidad o el mejor acomodo de los agregados. Para llegar a determinar la máxima compacidad habrá que ir proporcionándolos hasta encontrar la combinación que mayor Peso Unitario Compactado resulte.

La razón de buscar el mayor Peso Unitario Compactado es porque ésta combinación de máxima densidad creará un volumen con mínimos vacíos, necesitando menor cantidad de pasta de cemento cuando forme parte del concreto; el cual es un factor de economía a tener en cuenta, así como se obtendrá un concreto de mayor resistencia a la compresión, que es la propiedad más buscada del concreto, pues también es un índice de la calidad del mismo.

En la presente investigación se determinó el Peso Unitario Compactado del agregado global, para esto se hizo la mezcla en peso del agregado fino y agregado grueso en los siguientes porcentajes:

Agregado Fino (%)	Agregado grueso(%)
40	60
45	55
50	50
55	45
60	40

A partir de esto se realizaron las combinaciones de los Agregados y se determinaron los P.U.C en los siguientes porcentajes que se detalla en el cuadro N° 1.3.2

Datos: W vasija = 11.80 Kg.

Vol. Vasija = $\frac{1}{2}$ pie³ = 0.01415 m³

W total (Ar+Pd) = 100 Kg.

Cuadro 1.3.2

Combi nación	% Agregado		W Arena Kg	W Piedra Kg	W(vasija+material)			W(vasij.+ material) Promedio	Wmaterial Comb. Kg	P.U Compac. Kgm3
	Arena	Pedra			M-1	M-2	M-3			
1	40	60	40	60	39.70	39.30	39.85	39.62	27.82	1966.08
2	45	55	45	55	39.30	39.60	39.73	39.71	27.91	1972.50
3	50	50	50	50	39.50	39.90	40.20	39.87	28.07	1983.75
4	55	45	55	45	40.00	40.30	40.25	40.18	28.38	2005.65
5	60	40	60	40	40.20	40.00	39.95	40.05	28.25	1996.47

Del cuadro N ° 1.3.2 se obtiene la **gráfica A-04** que representa la curva Peso Unitario Compactado del Agregado Global vs. % Arena. El máximo valor que alcance la curva, mostrará la mejor combinación de agregados (fino y grueso) que garantice la máxima densidad y en consecuencia la mínima cantidad de vacíos.

1.4 CEMENTO PORTLAND TIPO I

1.4.1 Definiciones

Clinker

Es un producto obtenido por cocción hasta la fusión parcial, de la materia prima (debidamente proporcionada y homogenizada que

debe contener como elementos principales al Calcio, el Silicio, el Aluminio y el Hierro).

Estos elementos principales, que se encuentran en forma de óxidos: la Cal (CaO), sílice (SiO_2) y alúmina (Al_2O_3) y óxido de hierro, se obtiene en general a partir de productos naturales de cantera (caliza como portadora de Calcio, arcilla para el Silicio y el Aluminio, la Pirita o hematita para el Hierro).

Luego del proceso de formación del Clinker y molienda final, se obtienen los siguientes compuestos que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado y que estableceremos con su fórmula química abreviada y su nombre corriente:

➤ Silicato Tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Si}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S} \rightarrow \text{Alita}$)

Define la resistencia inicial en la primera semana y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.

Silicato Dicálcico ($2\text{CaO} \cdot \text{Si}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S} \rightarrow \text{Belita}$)

Tiene menor incidencia en el calor de hidratación y es el que define la resistencia a largo plazo.

Aluminato Tricalcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_3\text{A}$)

Es el que condiciona el tiempo de fraguado violento actuando como catalizador, por ello es necesario añadir yeso de 3% al 6% en el proceso de fabricación, esto dependiendo del tipo de cemento a fabricar para controlar su tiempo de fraguado.

Ferro aluminato Tetracálcico ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{AF} \rightarrow \text{Celita}$)

Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación, el cual es muy bajo y se estima en 100 cal/gr.

Cemento Pórtland

Es el producto obtenido por la pulverización del Clinker con la adición eventual del sulfato de calcio. Excepcionalmente se admite adiciones, las cuales no deben exceder del 1% de los otros materiales.

El cemento portland normal se clasifica en cinco tipos diferentes, de acuerdo a las proporciones relativas de los cuatro compuestos principales y que responden a diferentes requerimientos constructivos, que se detalla a continuación:

- Tipo I De uso general, donde no se requieren propiedades especiales
- Tipo II De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o en vaciados masivos.
- Tipo III Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación, Para uso en clima frío ó en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.
- Tipo IV De bajo calor de hidratación. Para concreto masivo.
- Tipo V Altas Resistencias a los sulfatos a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos.

Cuando a los tres primeros tipos de cemento se les adiciona el sufijo A (Tipo IA) significa que son cementos a los que se les ha añadido incorporadores de aire en su composición, manteniendo las propiedades originales.

Es interesante destacar los cementos denominados "mezclados o adicionados" dado que alguno de ellos se usa en nuestro medio:

- Tipo IS Cemento al que se ha añadido entre un 25% a 70% de escorias de altos hornos referido al peso total.

- Tipo ISM Cementos al que se ha añadido menos de 25% de escorias de altos hornos referidos al peso total
- Tipo IP Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje que oscila entre el 15% y 40% del peso total.
- Tipo IPM Cemento al que se le ha añadido puzolana en un porcentaje menor de 15% del peso total.

Todos estos cementos tienen variantes en que se les añaden aire incorporado (sufijo A) se induce resistencia moderada a los sulfatos (Sufijo M), ó se modera el calor de hidratación (sufijo).

Las puzolanas son materiales inertes silíceos y/o aluminosos, que individualmente tienen propiedades aglomerantes casi nulas, pero que finamente molidas y al reaccionar químicamente con hidróxidos de Calcio y agua adquieren propiedades aglomerantes.

Las puzolanas se obtienen por lo general de arcillas calcinadas, tierras diatomáceas, tufos y cenizas volcánicas, y de residuos industriales como cenizas volátiles, ladrillo pulverizado.

Componentes de los Cementos Adicionados en (%)

Tabla 1.4.1

TIPO	CLINKER	ESCORIA	PUZOLANA
IS	75 - 35	25 - 65	-----
ISM	> 75	< 25	-----
IP	85 - 55	-----	15 - 40
IPM	> 85	-----	< 15

1.4.2 Características Químicas

Componentes Principales

Tabla 1.4.2

COMPUESTOS PRINCIPALES	FORMULA	ABREV	%
Silicato Tricalcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S	40 - 65
Silicato Dicalcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S	10 - 30
Aluminato Tricalcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A	7 - 15
Aluminato-Ferrito Tetracalcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF	4 - 5

Los silicatos, C_3S y C_2S , son los componentes más importantes y los causantes de la resistencia de la pasta hidratada de cemento. En realidad, los silicatos en el cemento no son componentes puros, sino que contienen óxidos menores en soluciones sólidas. Estos óxidos tienen efectos significativos en los ordenamientos atómicos, en la forma de los cristales y en las propiedades hidráulicas de los silicatos.

La presencia de C_3A en el cemento no es deseable, ya que contribuye poco o nada a la resistencia del mismo, excepto en las primeras etapas; y cuando la pasta de cemento endurecida es atacada por sulfatos, la formación de sulfoaluminato de calcio puede causar resquebrajamientos. Sin embargo, el C_3A es benéfico durante la elaboración del cemento, por que favorece la combinación de cal y sílice.

El C_4AF también está presente, en pequeñas cantidades, en el cemento y, en comparación con los otros tres componentes, no influye significativamente en su comportamiento; sin embargo, reacciona con el yeso para formar sulfoferrita de calcio y su presencia puede acelerar la hidratación de los silicatos.

Componentes Secundarios

Además de los componentes principales, hay componentes menores como MgO , TiO_2 , Mn_2O_3 , K_2O y Na_2O ; que por lo general no representan más que un pequeño porcentaje de la masa de cemento. De estos componentes menores, dos son de interés: los de sodio y potasio, Na_2O y K_2O , conocidos como los álcalis. Se sabe que reaccionan con algunos agregados, los productos de la reacción álcali-agregado, lo cual causa desintegración del concreto de la resistencia. También se ha observado que afectan el índice de incremento de la resistencia del cemento, "componentes menores" se refiere específicamente a la cantidad y no necesariamente a su importancia.

1.4.3 Características Físicas

Peso Específico (NTP 334.005)

Es el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos únicamente, es decir no incluye los vacíos entre ellas. Su valor para agregados normales oscila entre 2500 y 2750 kg/cm^3 . El peso específico no es una medida de calidad del concreto, pero es importante para el diseño de mezcla.

Fineza ó Superficie Especifica Blaine (NTP 334.002)

Función directa de la molienda de los cementos, es el valor que define, el área en cm^2 de las superficies de todas las partículas supuestamente esféricas de un gramo de cemento.

Consistencia Normal (NTP 334.006)

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

Tiempo de Fraguado (NTP 334.006)

Referido al cambio de estado fluido de una parte del cemento al estado sólido.

- ◆ **Fragua inicial.**- Cuando se presenta una penetración de 25 mm en la aguja.
- ◆ **Fragua Final.**- Cuando no presenta rastros de penetración.

Contenido de Aire.- (NTP 334.048)

Índice indirecto de la finura del cemento y por ende del grado de molienda. La presencia de cantidades excesivas de aire en el cemento puede ser un factor que contribuya a reducir la resistencia de los concretos preparados con éste.

Calor de Hidratación.- (NTP 334.064)

El calor de hidratación de los cementos normales es de 85 a 100 cal/gr, por lo que en las condiciones normales de construcción el calor se disipa rápidamente por radiación, siendo los cambios de temperatura dentro de la estructura relativamente pequeños y probablemente de pocas consecuencias.

1.5 Agua

1.5.1 Generalidades

Se sabe que el agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto éste elemento debe cumplir con ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química.

El agua de mezcla tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de lo necesario para la hidratación del cemento.

1.5.2 Requisitos

El agua que se utiliza para fabricar concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma ITINTEC 339.088 establece como requisitos para agua de mezcla y curado:

PH	DESCRIPCION	Entre	Limite Permisible
	Sólido en suspensión	5 000	ppm máximo
	Materia orgánica	3	ppm máximo
	Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresada en NaHCO ₃)	1 000	ppm máximo
	Sulfatos (Ión SO ₄)	600	ppm máximo
	Cloruros (Ión CL)	1 000	ppm máximo

1.5.3 Muestreo Para su Utilización

El agua utilizada en la presente Tesis de Investigación para todas las mezclas realizadas es el agua potable, por lo tanto cumple con los requisitos establecidos en la Norma ITINTEC 339.088

Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer su habilidad para el consumo humano ya que si no daña al hombre no daña al concreto.

El problema principal del agua reside en las impurezas y la cantidad de estas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

1.5.4 Tipos de Agua

- ◆ Agua Dura.- Son las aguas subterráneas, en cuanto a su calidad bacteriológica esta fuente presenta una moderada carga bacterial, además tiene alto porcentaje de cloruro.
- ◆ Agua Salada.- Son las aguas de los océanos, contiene sulfatos y puede esperarse que ataque al concreto, incrementando su porosidad, por ende la disminución de la resistencia.
- ◆ Agua Fresca.- Son las aguas de los ríos, riachuelos.
- ◆ Agua Potable.- Esta agua proviene se los ríos, es incolora e inodora, no tiene un sabor especial. Es el agua que usamos para tomar y utilizamos en la producción del concreto. El agua de río para ser potable se le hace un tratamiento.

CAPITULO II

DISENO DE MEZCLA

2. DISEÑO DE MEZCLA

2.1 GENERALIDADES

El diseño de mezclas para concreto es la determinación de la combinación más adecuada en forma técnica, práctica y económica de los ingredientes en el concreto; esta mezcla debe ser manejable en su estado plástico y además debe desarrollar las propiedades requeridas cuando endurezca. Estas condiciones deben ser cumplidas, sin importar el método empleado para el diseño.

Daremos a continuación definiciones que son necesarias tener en cuenta al momento de diseñar una mezcla de concreto. Pero en forma general se debe tener un conocimiento integral del tipo de obra que se va a ejecutar. Saber la forma y tamaño de las estructuras, las condiciones de exposición, las resistencias del concreto que requerirán; así como las características del concreto en estado fresco como trabajabilidad, consistencia, densidad, generación de calor, dilatación térmica etc.

Como la mayor parte de las propiedades que se desean para el concreto endurecido depende de la calidad de la pasta de cemento, el primer paso en la dosificación de una mezcla para concreto es la selección de la relación agua/cemento conveniente.

RELACION AGUA/CEMENTO

Para los efectos de estimar las relaciones agua/cemento (o ampliando el concepto estimar cantidades de agua de amasado, contenidos de aire atrapado, asentamientos recomendados) nos remitimos a las tablas elaboradas por el comité ACI- 211-1-91, aunque pese a no ser aplicables a nuestra realidad, nos dan un punto de partida conservador y científicamente respaldado, luego

perfeccionaremos este parámetro sobre la base de las mezclas de prueba y los resultados prácticos.

PROPORCION MINIMO DE CEMENTO

En muchas especificaciones se fija una proporción mínima de cemento. En esta forma se da protección contra los efectos del aumento en la demanda de agua debido al aumento de temperatura, o a los cambios de granulometría en el agregado fino, asegurándose así contra las bajas de resistencias.

Además de ser un factor económico. Puede influir en las proporciones mínimas de cemento las características de los materiales locales, las condiciones climáticas, la manera en que se haga el vaciado y la posterior exposición.

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO

El tamaño máximo del agregado grueso que puede usarse dependiendo de los tamaños y formas de los miembros de concreto y de las cantidades y distribución del acero de refuerzo. La cantidad necesaria del agua de mezcla para producir un metro cúbico de concreto de un revenimiento (o asentamiento) determinado depende del tamaño máximo del agregado; cuanto menor sea el tamaño máximo del agregado, mayor será la cantidad necesaria de agua. Se aconseja, por tanto, usar el mayor tamaño que sea práctico en el agregado grueso. En esta forma se disminuye la cantidad de agua necesaria, lo que permite a su vez reducir la proporción de cemento, llegando en caso dado al contenido mínimo especificado.

AIRE INCLUIDO

En todos los concretos que vayan a quedar expuestos a la congelación y fusión deberá usarse aire incluido y su uso va a depender de las condiciones en que la exposición no sea muy intensa, para mejorar su manejabilidad. La cantidad de aire necesaria para producir la resistencia adecuada al congelamiento y la fusión depende del tamaño máximo del agregado. El aire incluido se localiza en la fracción de mortero del concreto, y en las mezclas bien dosificadas, la proporción de mortero del concreto, y en las mezclas bien dosificadas, la proporción de mortero disminuye al aumentar el tamaño máximo del agregado.

Cuando se mantiene constante el agua en la mezcla, con la inclusión de aire se aumenta el revenimiento.

Cuando la proporción de cemento y el revenimiento se mantienen constantes, se requiere menos agua en la mezcla; la disminución que resulta en la relación agua/cemento ayuda a contrarrestar posibles disminuciones en la resistencia, originando mejoras en otras propiedades de la pasta, como en la permeabilidad. Por lo tanto, la resistencia del concreto con aire incluido puede ser igual, o casi igual, que la del concreto sin aire cuando sus proporciones de cemento y revenimiento son iguales.

REVENIMIENTO O ASENTAMIENTO

Generalmente se usa la prueba de revenimiento o asentamiento como medida de la consistencia del concreto, No debe usarse para comparar mezclas de proporciones completamente diferentes, ni mezclas con diferente clase o tamaños de agregado. Cuando se usa en diferentes muestras de la misma mezcla; los

cambios en el revenimiento indicaran cambios en los materiales, en las proporciones de la mezcla, o en la cantidad de agua.

CRITERIO DE DISEÑO

En la presente investigación se busco optimizar los agregados, pero especialmente el cemento por ser el que más incrementa los costos. Se consigue esto buscando la combinación de agregados que proporcionen la mayor densidad al momento de mezclarlos. Una vez obtenido esto, se determina una relación agua/cemento, con un revenimiento o asentamiento requerido; y sobre la base de las tablas del ACI, se busca la cantidad de agua de amasado que nos asegurara una cantidad mínima de cemento. Hay que tener en cuenta que éste cálculo es una primera aproximación.

PROPIEDADES FISICAS DE LOS MATERIALES A EMPLEAR

Debemos tener en cuenta al momento de dosificar cualquier mezcla de concreto, las propiedades físicas de los materiales; así como la combinación de agregados con mayor Peso Unitario Compactado que nos asegure la mayor densidad de la mezcla o una mínima proporción de vacíos.

Los datos de los materiales empleados en el diseño de mezcla son los siguientes.

DATOS	ARENA	PIEDRA
CANTERA	TRAPICHE	LA GLORIA
PESO ESPECIFICO (KG/M3)	2640	2810
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.0438	0.2465
PORCENTAJE DE ABSORCION	0.94	0.6092
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO : 3120 KG/M3		

2.2 DISEÑO DE MEZCLA

2.2.1 Diseño Preliminar

En el presente trabajo el diseño de mezclas se basa en el criterio de optimización de los materiales, especialmente del cemento, por ser el de mayor costo, de modo que la mezcla ha elaborarse sea económica. Y para conseguirlo es indispensable realizar una buena combinación de agregados de tal manera que dada una relación agua / cemento y dado un asentamiento, obtener mediante dicha combinación una mezcla de concreto con la mínima dosificación de cemento y/o máxima resistencia a la compresión en el concreto endurecido, para obtener la óptima relación de agregado fino.

Procedimiento

A continuación se presenta la secuencia seguida en el diseño de mezcla.

- a).- Determinación de las propiedades físicas de los materiales a emplear.
- b).- Elección de la relación agua/cemento en peso. Si estuviéramos en obra se elegiría la relación agua/cemento sobre la base de la resistencia a la compresión requerida o condiciones de durabilidad.
- c).- Elección del revenimiento o asentamiento según la consistencia requerida o las condiciones de trabajabilidad.
- d).- Se considera el tamaño nominal máximo del agregado grueso
- e).- Se determina si la mezcla tendrá o no aire incorporado. Se estima el porcentaje de aire por metro cúbico y el

volumen absoluto que atraparé el concreto en función del Tamaño Nominal Máximo del agregado grueso.

- f).- Se establece la cantidad de agua por metro cúbico en función del Tamaño Nominal Máximo del agregado, del asentamiento y considerando si la mezcla tiene aire atrapado o incorporado. Esto se establece de las tablas del ACI.
- g).- Se calcula la cantidad de cemento en peso, basándose en la relación agua/cemento y la cantidad de agua a emplear por metro cúbico de concreto.

$$\text{Cemento(Kg)} = \frac{\text{Peso del agua (Kg)}}{\text{Relacion agua/cemento}}$$

- h).- Cálculo de los volúmenes absolutos del agua y cemento:

$$\text{Volumen Absoluto del Agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del Agua (Kg)}}{\text{Peso Especifico Agua (Kg/m}^3\text{)}}$$

$$\text{Volumen Absoluto del Cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del Cemento (Kg)}}{\text{Peso Especifico Cemnto (Kg/m}^3\text{)}}$$

- i).- Después de conocer los volúmenes que ocupan el agua, cemento y aire atrapado; se procede a calcular el volumen, que ocuparan los agregados para un metro cúbico de concreto.

$$\text{Vol. Abs. Agreg(m}^3\text{)} = 1 - (\text{Vol. Cemento} + \text{Vol. Agua} + \text{Vol. Aire Atrapado})$$

- j).- Ahora se calcula el volumen de los agregados fino (vf) y grueso (vg) sabiendo que:

$$V_f + V_g = \text{Vol. Abs. Agregados} \dots\dots\dots I$$

$$\% \text{ Ag.Fino} = \frac{\text{P.E. (Fino)} \times V_f}{\text{P.E. (Fino)} \times V_f + \text{P.E. (Grueso)} \times V_g} \dots\dots\dots II$$

Resolviendo I y II se hallan los volúmenes del agregado fino (V_f) y (V_g).

k).- Luego se calcula los pesos secos de los agregados:

Peso seco Arena (Kg.) = Vol. Ag. Fino (m^3) x P.E. de la arena (Kg./ m^3)

Peso seco Piedra (Kg.) = Vol. Ag. Grueso (m^3) x P.E. de la Piedra (Kg./ m^3)

l).- Se continúa calculando el aporte de agua de los agregados:

Agua de la Arena = Peso seco Arena x (% Cont. Humed. - %Absor.)/100

Agua de la Piedra = Peso seco Piedra x (% Cont. Humed. - %Absor.)/100

m).- Corrección de la cantidad de agua

Agua de mezcla = Agua Inicial - (Agua de la Arena + Agua de la Piedra)

n).- Calculo del Peso Húmedo de los Agregados:

Peso húmedo de la Arena = Peso seco Arena x (1+ %Cont. Humedad)

Peso húmedo de la Piedra = Peso seco Piedra x (1+ %Cont. Humedad)

q).- Finalmente tendremos el diseño de mezcla para un metro cúbico de concreto:

Cemento (Kg.); Agua (Lts); Peso Húmedo de la Piedra (Kg.); Peso Húmedo de la Arena (Kg.).

Con este diseño se obtuvo la dosificación para un metro cúbico de concreto; pero en la presente investigación se uso una mezcladora de 0.021 m^3 .

2.2.2 Ensayo preliminar de compresión para $a/c = 0.65$ y cálculo de la curva optima de agregados según $f'c$.

Del **grafico A-04** Peso Unitario Compactado del Agregado Global vs. % Arena se observa como varía el peso unitario compactado. El máximo valor que alcance la curva, mostrará la mejor combinación de agregados (fino y grueso) que garantice la máxima densidad y en consecuencia la mínima cantidad de vacíos. Como se observa la tendencia más próxima a la combinación es de **55% de agregado fino y 45% de agregado grueso**. Por este motivo para determinar la mejor combinación de los agregados, con la cual se hará el diseño, se realizará los ajustes respectivos y alcanzar un asentamiento de 3" a 4", con las siguientes combinaciones que se presenta en el cuadro N° 2.2.2:

Cuadro N° 2.2.2

Agregado Fino	Agregado Grueso
52	48
55	45
58	42

Con estas combinaciones, y con una relación $A/C = 0.65$ como parte intermedia se realizó el diseño de mezcla y se fabricaron tres

probetas por cada combinación, ensayándose a compresión a los siete días, para ver que combinación nos da la mayor resistencia.

En el cuadro **B-01, B-02 y B-03** se presenta los resúmenes de Mezcla de Prueba; y en el cuadro **B-04** la prueba definitiva del concreto.

Los **gráficos B-01, B-02, B-03**, se emplearon para determinar la cantidad de agua necesaria, para obtener un concreto con un asentamiento de 3" a 4".

Del **gráfico B-04** Resistencia a la compresión vs. % Arena se observa que se obtiene una mayor resistencia a la compresión con la combinación de **52%** de arena y **48%** de piedra; por lo tanto es la combinación más óptima de agregado que se trabajará en el diseño de mezcla.

2.2.3 Diseño de mezcla final

En la presente investigación se tomo tres relaciones agua/cemento: 0.60, 0.65 y 0.70. Ahora que se conoce la combinación de agregados (52% de Agregado Fino y 48% de Agregado Grueso) que proporcionara la mayor densidad de mezcla, adecuada trabajabilidad, máxima resistencia a la compresión y economía; se mantendrá constante esta proporción de agregados por el resto de la investigación. Para cada relación agua/cemento se parte con el método del diseño del ACI; luego mediante mezclas de prueba se van ajustando los diseños hasta conseguir la mezcla con la trabajabilidad y asentamiento requerido, que para la presente tesis fue de 3" a 4". Se eligió estos asentamientos por ser los de más usos, en las estructuras de concreto.

2.2.3.1 Diseño de mezclas relación a/c =0.60

En el cuadro N° 2.2.3.1 se muestra la dosificación de mezcla para una tanda de 0.021 m³ y con proporción de agregados óptima (52% de agregado fino y 48% de agregado grueso). Los cálculos de diseño de mezcla patrón se muestran en el cuadro **B-05**.

Cuadro 2.2.3.1

RELACION A/C	MATERIAL	TANDA (kg) PARA 0.021m ³
0.60	CEMENTO	7.71
	AGUA	4.73
	ARENA	19.05
	PIEDRA	17.51
	SUMA TOTOL	49.00

2.2.3.2 Diseño de mezclas relación a/c=0.65

En el cuadro N° 2.2.3.2 se muestra la dosificación de mezcla para una tanda de 0.021 m³ y con proporción de agregados óptima (52% de agregado fino y 48% de agregado grueso). Los cálculos de diseño de mezcla patrón se muestran en el cuadro **B-06**.

Cuadro 2.2.3.2

RELACION A/C	MATERIAL	TANDA (kg) PARA 0.021m ³
0.65	CEMENTO	7.16
	AGUA	4.76
	ARENA	19.32
	PIEDRA	17.75
	SUMA TOTOL	49.00

2.2.3.3 Diseño de mezclas relación a/c=0.70

En el cuadro **Nº 2.2.3.3** se muestra la dosificación de mezcla para una tanda de 0.021 m³ y con proporción de agregados óptima (52% de agregado fino y 48% de agregado grueso). Los cálculos de diseño de mezcla patrón se muestran en el cuadro **B-07**.

Cuadro 2.2.3.3

RELACION A/C	MATERIAL	TANDA (kg) PARA 0.021m ³
0.70	CEMENTO	6.80
	AGUA	4.87
	ARENA	19.46
	PIEDRA	17.88
	SUMA TOTOL	49.00

CAPITULO III

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

3. PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO FRESCO

3.1 GENERALIDADES

Los ensayos en el concreto al estado fresco nos permiten mantener un control de la mezcla de un determinado concreto.

Esto a su vez nos permite de ser necesario, efectuar las correcciones en el diseño para obtener un mejor concreto.

Los diseños de mezclas se hicieron en el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería con una mezcladora tipo tambor Basculante o eje inclinado.

En el presente trabajo de investigación se ha empleado cinco (5) minutos de mezclado. La duración de mezclado se considera a partir del instante en que los componentes del concreto son vertidos hasta el instante en que se descargue.

Una vez pesado la arena, piedra, cemento y medido el agua según el diseño de mezcla, se sigue el siguiente procedimiento de mezclado:

- ◆ Se humedece la mezcladora con agua
- ◆ Se echa los materiales en el siguiente orden, arena, piedra, cemento, la mitad del agua medida, y encendemos la mezcladora durante 2 minutos.
- ◆ Durante 1 minuto despegamos la mezcla pegada en el interior de la mezcladora con una varilla de fierro.
- ◆ Prendemos la mezcladora durante 2 minutos y echamos el agua restante medida lentamente.
- ◆ Vaciamos el concreto en una carretilla.

El llenado de la probeta se efectúa evitando la segregación y vertiendo el concreto con una cuchara hasta el tercio de su altura, compactándose con una barra de fierro, mediante 25 golpes verticales uniformemente repartidos en forma espiral, comenzando

por el borde y terminando en el centro, el proceso se repite en las dos capas siguientes, de manera que la barra penetre 1". En la última capa se coloca material en exceso, para enrasar a tope con el borde superior del molde. Después de consolidar cada capa, se procederá a golpear levemente las paredes del molde, utilizando la barra de compactar para eliminar los espacios vacíos que pudiera haber quedado. La superficie del cilindro será terminado con regla de madera, de manera que logre una superficie plana, y perpendicular a la generatriz del cilindro.

Las probetas se retirarán de los moldes entre los dieciocho y veinticuatro horas después de moldeados, se marcará en la cara circular de la probeta la identificación del molde, utilizando lápiz de cera, fecha de ejecución, relación agua -cemento, fecha de rotura.

Después de desmoldar las probetas se colocará en las cámaras de curado.

3.2 CONSISTENCIA

Método del cono de Abrams

Norma : NTP 339.035: 1999

Es la propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma, es decir cuanto más húmeda sea la mezcla, mayor será la facilidad con que fluya durante su colocación.

Los materiales a emplear son: Una bandeja metálica que no absorba agua, una varilla de acero lisa con \varnothing 5/8" y 2 pies de longitud y en los extremos terminando en punta roma, un molde con forma de tronco de cono, con 4" de diámetro en la base superior y de 8" de diámetro en la base inferior y 12" de altura. Un cucharón para vaciar la mezcla.

De acuerdo a la Norma el molde se coloca sobre una superficie metálica plana y humedecida, manteniéndola fija, por unas aletas en el piso. Se vierte concreto con la espátula, llenándolo en tres capas (en cada una dando 25 golpes con la varilla, en forma helicoidal), tratando que cada una ocupe un tercio del molde.

Luego se retira el molde que no tomará más de 7 segundos en forma vertical, inmediatamente después se mide el asentamiento o slump de la mezcla de concreto, con respecto de la altura del molde cónico.

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.

Para la presente Tesis se consideró para el diseño de mezcla una consistencia plástica, que corresponde a un asentamiento entre 3" a 4" como se observa en el cuadro 3.1. Son los que contienen agua necesaria para dar a la masa una consistencia pastosa.

A continuación se presenta el siguiente cuadro 3.1

Cuadro N °3.1

Relación a/c	Tanda 1		Tanda 2		Tanda 3	
	Agua (lt)	Slump (pulg)	Agua (lt)	Slump (pulg)	Agua (lt)	Slump (pulg)
0.60	220.0	2 3/4"	222.5	3 7/16"	225.0	4"
065	222.0	3"	223.5	3 1/2"	225.0	4 1/8"
0.70	225.0	2 7/8"	227.5	3 1/2"	230.0	4"

3.3 PESO UNITARIO

Norma : NTP 339.046: 1979

El peso unitario se refiere a la mezcla de concreto en las cuales aun no ha comenzado la reacción entre el cemento y el agua o que habiendo comenzado es todavía insignificante.

Consiste en la determinación del peso de concreto por unidad de volumen. El molde a utilizar será metálico de:

- * $\frac{1}{2}$ " pie³ para agregados hasta de 2"
- * 1 pie³ para agregados de más de 2"

El procedimiento se reduce a llenar el molde mencionado 3 capas con 25 golpes por capa utilizando la barra compactadora. En la última capa se coloca el material en exceso para enrasar a tope con el borde superior del molde sin agregar material. Después de consolidar cada capa se procederá a golpear ligeramente las paredes del molde con la barra compactadora, para eliminar los vacíos que pudieran haber quedado.

Luego el concreto y el recipiente que lo contiene son pesados. Obteniéndose por diferencia el peso del concreto, que al ser dividido por el volumen del recipiente nos dará el Peso Unitario del concreto fresco que generalmente se expresa en kilogramo por metro cúbico.

A continuación se presenta los Cuadro:

Peso Unitario A/C = 0.60:**Cuadro N °3.2.1**

	DATOS	UND	M1	M2	M3	PROM
A	Pmuestra+Pbalde (1/2 p3)	KG	45.75	45.85	45.80	45.80
B	Pbalde 1/2 p3	KG	11.85	11.85	11.85	11.85
C	Pmuestra (A-B)	KG	33.90	34.00	33.95	33.95
D	Volumen balde 1/2 p3	M3	0.014	0.014	0.014	0.014
	Peso unitario C/D	KG/M3	2395.76	2402.83	2399.29	2399.29
PESO UNITARIO:			2399.29		KG/M3	

Peso Unitario A/C = 0.65:**Cuadro N °3.2.2**

	DATOS	UND	M1	M2	M3	PROM
A	Pmuestra+Pbalde (1/2 p3)	KG	45.20	45.20	45.50	45.30
B	Pbalde 1/2 p3	KG	11.85	11.85	11.85	11.85
C	Pmuestra (A-B)	KG	33.35	33.35	33.65	33.45
D	Volumen balde 1/2 p3	M3	0.014	0.014	0.014	0.014
	Peso unitario C/D	KG/M3	2356.89	2356.89	2378.09	2363.96
PESO UNITARIO:			2363.96		KG/M3	

Peso Unitario A/C = 0.70:

Cuadro N °3.2.3

	DATOS	UND	M1	M2	M3	PROM
A	Pmuestra+Pbalde (1/2 p3)	KG	45.05	45.00	45.10	45.05
B	Pbalde 1/2 p3	KG	11.85	11.85	11.85	11.85
C	Pmuestra (A-B)	KG	33.20	33.15	33.25	33.20
D	Volumen balde 1/2 p3	M3	0.014	0.014	0.014	0.014
	Peso unitario C/D	KG/M3	2346.29	2342.76	2349.82	2346.29
PESO UNITARIO:			2346.29	KG/M3		

3.4 PORCENTAJE DE FLUIDEZ

Norma : NTP 339.085: 1981

Este método es aplicable en laboratorios y tiene por objeto determinar la fluidez del concreto.

El molde deberá ser metálico, de superficie lisa, en forma de cono truncado. El diámetro de la base será de 25 cm. el de la cara superior de 12.5 cm. La base y el extremo superior serán cubiertos y formarán ángulos rectos con el eje del cono. El molde estará provisto de sus asas.

La mesa de fluidez, se ajustará al diseño y estará montada y unida con pernos a una base de concreto que tenga una altura de 38 a 51 cm. y un peso no menor de 136 Kg.

Se llena el tronco de cono en dos capas de concreto, picando 25 veces con una varilla. Se retira el molde en forma vertical, inmediatamente después se aplica 15 sacudidas en 15 seg. La fuerza del golpe debe ser constante. Se determina el diámetro del concreto

D, tomando para ello seis mediciones del concreto desparramado sobre la mesa de flujo, en direcciones diferentes.

Para el cálculo del índice de fluidez tenemos:

$$F = \frac{(D - 25)}{25} \times 100$$

Donde: F = Porcentaje de fluidez

D = Diámetro promedio en cm.

A continuación se presenta el Cuadro **Nº 3.3.1**:

A/C	DIAMETRO EN CM						DP	F
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	CM	%
0.60	55.0	56.0	55.0	56.0	55.0	55.5	55.4	121.7
0.65	51.0	51.0	51.5	51.0	51.5	51.0	51.2	104.7
0.70	52.0	52.0	51.0	51.0	52.0	51.0	51.5	106.0

3.5 CONTENIDO DE AIRE

Norma : NTP 339.080: 1981

Todo concreto contiene algo de aire, generalmente menos del 2 % del volumen, no obstante de tener una apariencia completamente sólida. Cuando la consistencia y la graduación de los agregados se mantienen constante, el contenido de aire aumenta si se disminuye la cantidad de cemento y de agregado fino que forman la mezcla. Este ensayo tiene por objetivo determinar el contenido de aire en la mezcla de concreto con cualquier tipo de agregado. La importancia de este ensayo se debe a que el contenido de aire da un índice de la calidad del concreto. Para el presente trabajo de

investigación se empleo el método Gravimetrico para determinar el contenido de aire.

METODO GRAVIMETRICO

Para emplear este método previamente se tendrá que calcular el Peso Unitario del concreto fresco. Luego lo comparamos con el valor del Peso Unitario que resulta de sumar la columna del peso de obra del cuadro de diseño de mezcla correspondiente, en el cual se considera el peso de los materiales en un metro cúbico de concreto, el cual no esta incluido el aire.

El contenido de Aire lo expresamos en porcentaje y lo calcularemos de la siguiente manera:

$$A = (1 - P_o / P_u) \times 100$$

Donde:

P_o = Sumatoria del Peso de Obra por metro cúbico.

P_u = Peso Unitario del Concreto Fresco.

A = Contenido de Aire en porcentaje

A continuación se presenta el **Cuadro N° 3.4.1**

Contenido de Aire:

Cuadro N ° 3.4.1

A/C	P _o K/M3	P _u KG/M3	A=(1-P _o /P _u)x100 %
0.60	2357.04	2399.29	1.8
0.65	2352.02	2363.96	0.5
0.70	2342.76	2346.29	0.2

Nota: "Po" representa el peso unitario de obra o peso húmedo por metro cúbico, el cual es obtenido del cuadro B-05, B-06 y B-07.

3.6 TIEMPO DE FRAGUA

Norma : NTP 339.082: 2001

El tiempo de fraguado es el proceso de endurecimiento del concreto, arbitrariamente se ha dividido el fraguado en dos períodos:

Fraguado Inicial

Fraguado Final

El fraguado inicial se caracteriza por el aumento de la viscosidad en la temperatura de la mezcla. Se considera cuando la resistencia a la penetración es de 500 Lb./Pulg².

El fraguado final se caracteriza por un endurecimiento de la mezcla cronológicamente, consecuencia del aumento de su resistencia, se considera cuando se alcanza una resistencia a la penetración de 4000 Lb./Pulg².

El principio del método consiste en determinar la velocidad de endurecimiento de una muestra de concreto.

El ensayo del tiempo de fraguado del concreto por resistencia a la penetración se basa en la Norma NTP 339.082, que consiste en utilizar la parte más fina del concreto, se tamiza la mezcla que pasa por dicha malla, es llenada en dos moldes cilíndricos de seis pulgadas de diámetro y de seis pulgadas de alto, se llena cada molde en dos capas, cada capa se compacta con 25 golpes, se llena hasta una altura mínima de 14 cm., se golpea a los costados del molde para eliminar las burbujas de aire y luego se enrasa.

Se anota la hora de inicio de ensayo. Se dispone de seis agujas, cuyos diámetros son 18/16 pulg., 13/16 pulg., 9/16 pulg., 5/16 pulg., 4/16 pulg. y 3/16 pulg., respectivamente.

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

Se registra la fuerza aplicada, el área de la aguja de penetración y la hora del ensayo. En penetraciones posteriores se debe tener cuidado en eludir sitios en los cuales el mortero ha sido alterado por penetraciones previas.

Se debe tener presente la recomendación de la Norma que la distancia libre entre aguja y el lugar de cualquier penetración anterior, debe ser al menos dos veces el diámetro de la aguja que se use, pero en ningún caso inferior de 15 mm, además se debe dejar una distancia libre entre la aguja y la pared del recipiente de por los menos 25 mm.

El tiempo de fraguado de la mezcla se ve afectada por los siguientes factores:

Variación en la dosificación.

Temperatura ambiente.

Temperatura de la mezcla.

Contenido de cemento en la mezcla.

Consistencia y relación agua/cemento.

➤ Características de exudación.

Los cálculos del ensayo del tiempo de fraguado se presenta en los **cuadros C-01, C-02 y C-03**.

Los **gráficos C-01, C-02 y C-03**, se emplearon para determinar el tiempo de fragua inicial y final.

3.7 EXUDACION

Norma NTP 339.077: 1981

La exudación se considera como un tipo especial de segregación, puede ser debido al exceso de agua o a la falta de material fino pudiéndose corregir mediante un rediseño para mejorar las proporciones de agregado y cemento.

La exudación se calculará de la siguiente manera:

$$E = \frac{A_t \times P_o \times 100}{P_t \times A_o}$$

Donde:

A_t = Volumen total de agua acumulada en lt.

P_t = Peso del Concreto en el balde.

A_o = Volumen de agua en la tanda de obra.

P_o = Peso de la tanda.

Los cálculos del ensayo de exudación se presentan en los cuadros **D-01, D-02 y D-03**.

De los cuadros D-01, D-02 y D-03 se obtiene las **gráficas D-01, D-02 y D-03**, que representa la curva de exudación.

CAPITULO IV

PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO CON CAPEADO CONVENCIONAL Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION

4. PROPIEDADES DEL CONCRETO AL ESTADO ENDURECIDO CON CAPEADO CONVENCIONAL Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION

4.1 GENERALIDADES

Los ensayos que permiten determinar las propiedades del concreto endurecido, y por ende controlar la calidad del concreto, deben efectuarse de acuerdo a las normas, debido a que resultados erróneos pueden llevar al cuestionamiento de la calidad del concreto.

En el presente trabajo de investigación se ha tomado como objetivo, hacer un análisis de comparación de la resistencia del concreto al estado endurecido, reemplazando el recubrimiento de azufre, por almohadillas de compresión.en las probetas.

Los testigos se realizaron en probetas cilíndricas de medidas Standard (6" de diámetro y 12" de altura).

Los ensayos que se realizaron en esta tesis de investigación, utilizando recubrimiento de azufre y almohadillas de compresión son los siguientes:

- ◆ Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días (18 probetas), 14 días (18 probetas) y a los 36 días (180 probetas).
- ◆ Modulo de Elasticidad Estático.a los 36 días (24 probetas).

El ensayo a la tracción por compresión diametral se efectuó a los 36 días (09 probetas).

4.2 RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO A LOS 7, 14 y 36 DIAS, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION.

4.2.1 Resistencia a la compresión utilizando recubrimiento de azufre

Norma : NTP 339.034: 1999

La resistencia mecánica del concreto normalmente se identifica con la resistencia a la compresión, ya que ésta simboliza la condición de carga en el que el concreto presenta mayor capacidad para resistir esfuerzos, por lo que los elementos estructurales se diseñan utilizando esta propiedad del concreto.

La resistencia a la compresión de la probeta se calcula mediante la siguiente formula:

$$f'_c = 4G / (n*d^2)$$

- f'_c : Resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos por cm^2
G: Carga máxima de rotura, en kilogramos.
d: Diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetro.

El diámetro de las probetas se determinará, como el promedio de dos diámetros ortogonales, medidos en su zona central, con aproximación hasta el milímetro más cercano.

Las irregularidades de las caras de compresión deberán ser acabadas con una mezcla de azufre-bentonita, 2:1, con un espesor de $6mm \pm 2mm$ dispuesto en forma tal que tienda a lograr el paralelismo entre las caras a comprimir.

Las probetas serán colocadas en la maquina de ensayo, centradas y comprimidas a una velocidad de $3+1 \text{ kg/cm}^2/\text{seg}$.

Equipo y material utilizado

- ◆ Olla de Camping, marca SOILTEST

- ◆ Guiador con plato para colocar Camping, marca SOILTECT
- ◆ Extractor de aire
- ◆ Azufre
- ◆ Bentonita
- ◆ Aceite

Los cálculos del ensayo de la resistencia a la compresión de las probetas, utilizando recubrimiento de azufre se presentan en los cuadros E-01, E-02 y E-03.

Los cálculos de la resistencia media (f'_{cp}), desviación estándar (S), y coeficiente de variación (C.V) se presentan en los cuadros E1-01, E1-02 y E1-03.

De los cuadros E-01, E-02 y E-03, se obtiene las graficas E-01, E-02 y E-03.

4.2.2 Resistencia a la compresión utilizando almohadillas de compresión.

Norma : ASTM C 1231

A continuación se presentan extractos de la norma ASTM C 1231 / C 1231M

Párrafo 5.2.-

Almohadillas de compresión

El rango aplicable de esfuerzo a la compresión del concreto, la dureza, las pruebas de calificación, máximo número de usos de las almohadillas de compresión se detalla en la siguiente tabla 1:

Esfuerzo de Compresión Cilíndrica MPa [kg/cm ²]				Orilla A Durómetro Dureza	Pruebas de Calificación Requeridas	Máximo Numero de Usos
10	a	40	[102 a 408]	50	ninguno	100
17	a	50	[173.4 a 510]	60	ninguno	100
28	a	50	[285.6 a 510]	70	ninguno	100
50	a	80	[510 a 816]	70	Requerido	50
Mayor que 80 [816]					No permitido	

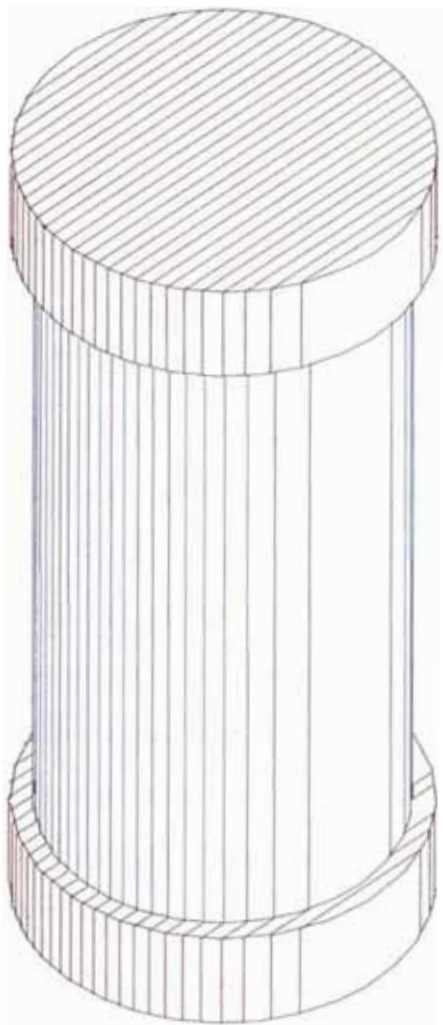
Párrafo 7.-

Procedimiento

- ◆ Se coloca las almohadillas de compresión sobre el plato de retención, para luego colocarlo sobre la base inferior de la maquina de prueba.
- ◆ Luego se coloca la probeta cilíndrica de concreto, de tal manera que quede centrado.
- ◆ Cuidadosamente se alinea el eje del cilindro con el centro de empuje de la maquina de prueba, para luego colocar y centrar sobre la parte superior del cilindro la otra almohadilla de compresión con su plato de retención.
- ◆ Luego se aplica la carga hasta completar el ensayo.

Equipo y material utilizado

- ◆ Almohadillas de compresión de 152 mm (6") Procedencia USA.
- ◆ Platos de retención 152 mm Procedencia USA.
- ◆

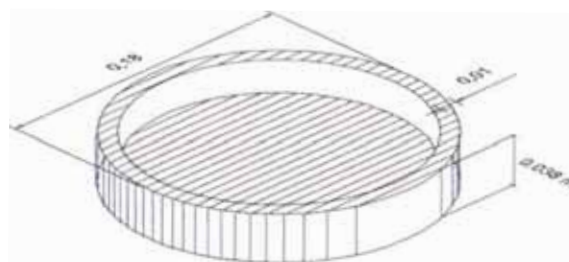


DISPOSICION DE LA PROBETA,
ALMOHADILLAS DE COMPRESION Y
PLATO DE RETENCION

ALMOHADILLAS DE COMPRESION
(NEOPRENE)



PLATO DE RETENCION
(ACERO)



Los cálculos del ensayo de la resistencia a la compresión de las probetas, utilizando almohadillas de compresión, se presentan en los cuadros F-01, F-02 y F-03.

Los cálculos de la resistencia media (f'_{cp}), desviación estándar (S), y coeficiente de variación (C.V) se presentan en los cuadros F1-01, F1-02 y F1-03.

De los cuadros F-01, F-02 y F-03, se obtiene las graficas F-01, F-02 y F-03.

4.3 MODULO DE ELASTICIDAD ESTATICA DEL CONCRETO A LOS 36 DIAS, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO CON AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION.

4.3.1 Modulo de elasticidad estática utilizando recubrimiento de azufre

Norma: ASTM C 469: 1983

El modulo elástico estático en el concreto, es la capacidad de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.

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

Los cálculos del ensayo del modulo elástico estático, utilizando recubrimiento con azufre, se presentan en los **cuadros G1, G2 y G3**.

Los **gráficos G1, G2 y G3** son obtenidos utilizando los cuadros G1, G2 y G3 y se emplearon para determinar el modulo elástico estático.

Para este ensayo se ha considerado el método cuerda o secante por ser el más representativo.

El procedimiento de ensayo se realizo de acuerdo a la Norma ASTM C-496, Compresómetro-Extensómetro CT-167, que se presenta en el anexo.

El cálculo del modulo de elasticidad estático se determina como sigue:

$$E = (E_2 - E_1) / (D_2 - 0.50 \times 10^{-4})$$

Donde:

E_2 Esfuerzo a la máxima carga en kg/cm^2 (40 % $f'c$)

E_1 Esfuerzo cuando la deformación es de 0.5×10^{-4}

D_2 Deformación Unitaria correspondiente al esfuerzo E_2

4.3.2 Modulo de elasticidad estática utilizando almohadillas de compresión.

El ensayo del modulo de elasticidad estática utilizando almohadillas de compresión, se siguió el mismo procedimiento que indica la **Norma: ASTM C 469: 1983**, la diferencia es la preparación del espécimen, en vez de colocar recubrimiento de azufre se coloca almohadillas de compresión.

Los cálculos del ensayo del modulo elástico estático, utilizando almohadillas de compresión, se presentan en los **cuadros H1, H2 y H3**.

Los **gráficos H1, H2 y H3** son obtenidos utilizando los cuadros H1, H2 y H3 que se emplearon para determinar el modulo elástico estático.

4.4 RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

Norma: NTP C 339.084: 1981

La resistencia a la tracción del concreto se determina en forma indirecta y está dado por la siguiente formula:

$$T = (2xP) / (\pi xLxD)$$

Donde:

T = Resistencia a la Tracción	(Kg/cm ²)
P = Carga de Rotura	(Kg.)
L = Longitud del cilindro	(Cm.)
D = Diámetro del Cilindro	(Cm.)

Los cálculos del ensayo de la resistencia a la tracción, se presenta en el siguiente **cuadro 4.3**

A/C	DIMENSIONES		CARGA MAXIMA P(KG)	RESISTENCIA $R=2P/(\pi dl)$ (KG/CM2)	ft PROMEDIO (KG/CM2)
	(CM)				
	L	D			
0.6	30.4	15.10	19500.00	27.06	31.87
	30.5	14.85	21700.00	30.52	
	30.2	14.80	26700.000	38.05	
0.65	30.2	14.90	25900.000	36.66	37.13
	30.3	14.85	26300.000	37.23	
	30.2	14.85	26400.000	37.49	
0.7	30.1	14.80	26200.00	37.46	36.89
	30.3	14.90	25800.00	36.40	
	30.2	14.90	26000.00	36.80	

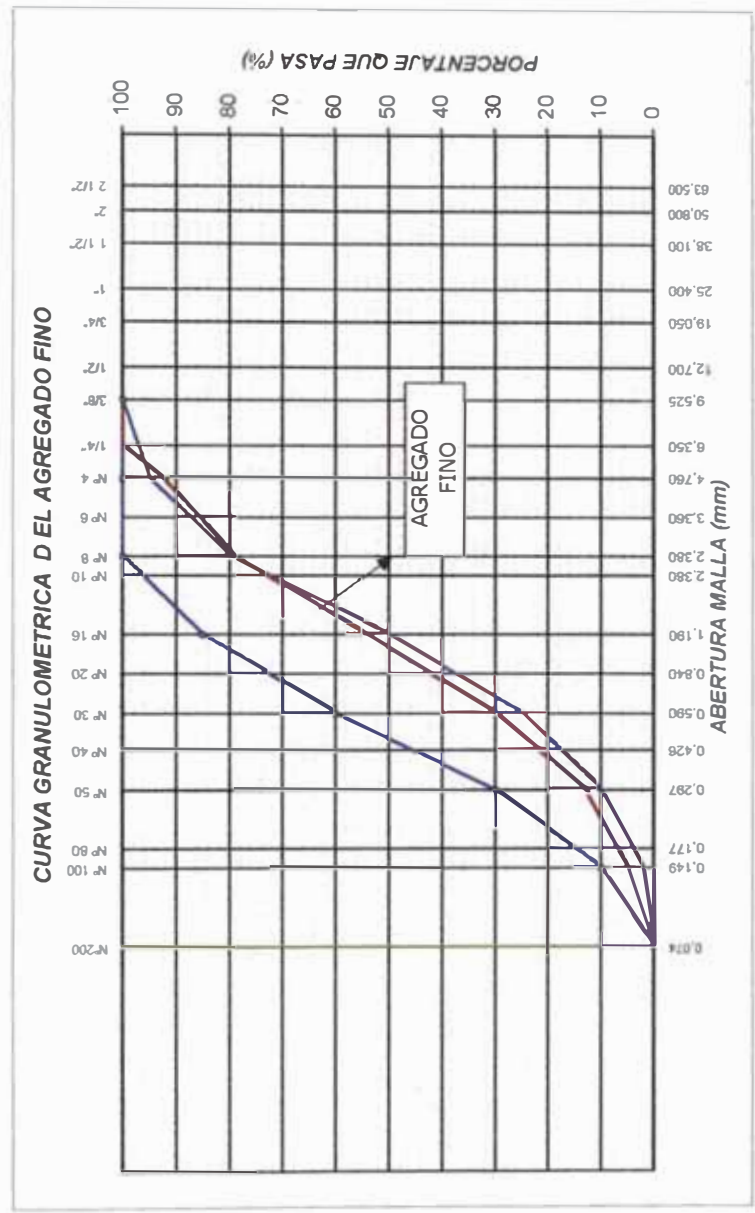
CAPITULO V

CUADRO DE RESULTADOS Y GRAFICOS

GRAFICA A-01
NORMA NTP 400.012

AGREGADO FINO : CANTERA TRAPICHE
MODULO DE FINURA AGREGADO FINO 3.26

MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO		
	ABERTURA (mm)	AGREG FINO	ESPECIFICACIONES JONES AGREG FINO
		% RET. ACUM.	% PASA ACUM.
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525	100	100
1/4"	6.350	100	100
N° 4	4.760	8	92
N° 6	3.360		
N° 8	2.380	21	79
N° 10	2.000		
N° 16	1.190	46	54
N° 20	0.840		
N° 30	0.590	70	30
N° 40	0.426		
N° 50	0.297	87	13
N° 80	0.177		
N° 100	0.149	95	5
N° 200	0.074	100	0

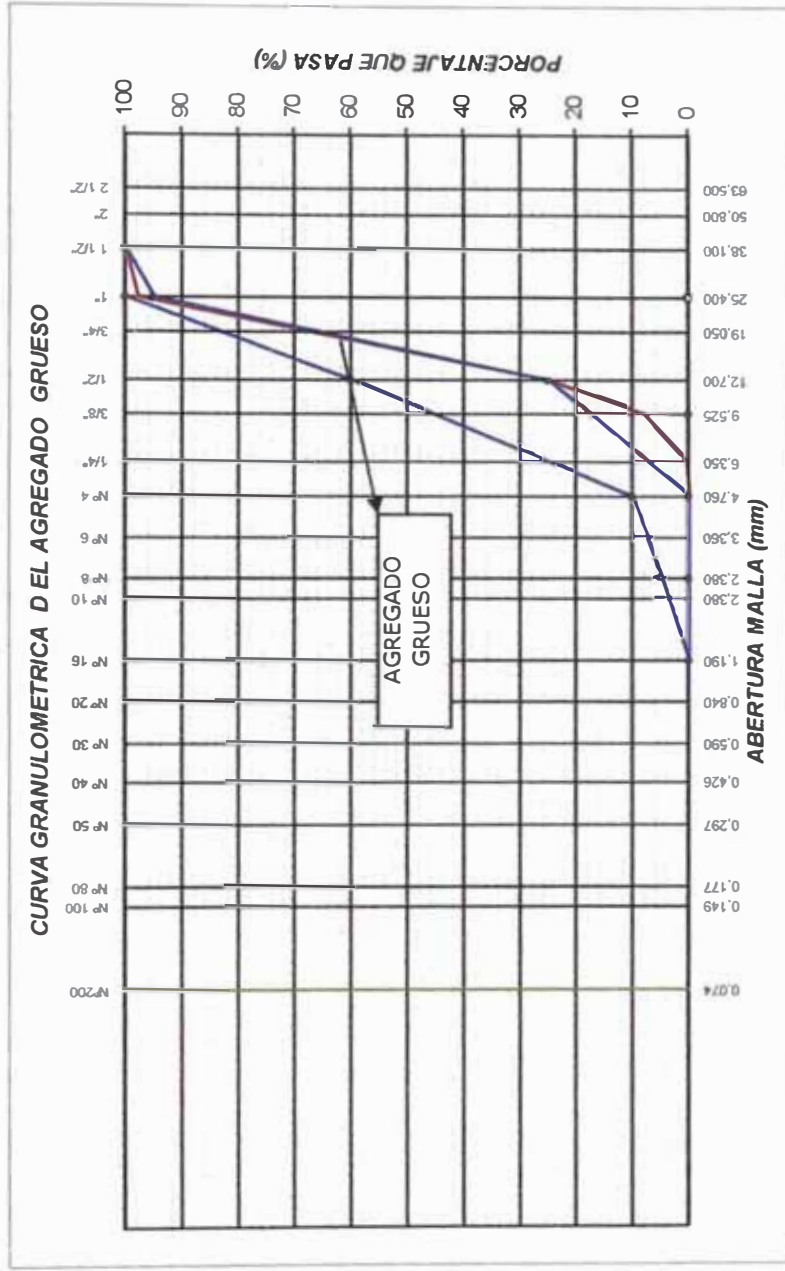


HUSO GRANULOMETRICO
AGREGADO FINO

GRAFICA A-02
NORMA NTP 400.012

AGREGADO GRUESO : CANTERA LA GLORIA
MODULO DE FINURA AGREGADO GRUESO 7.25

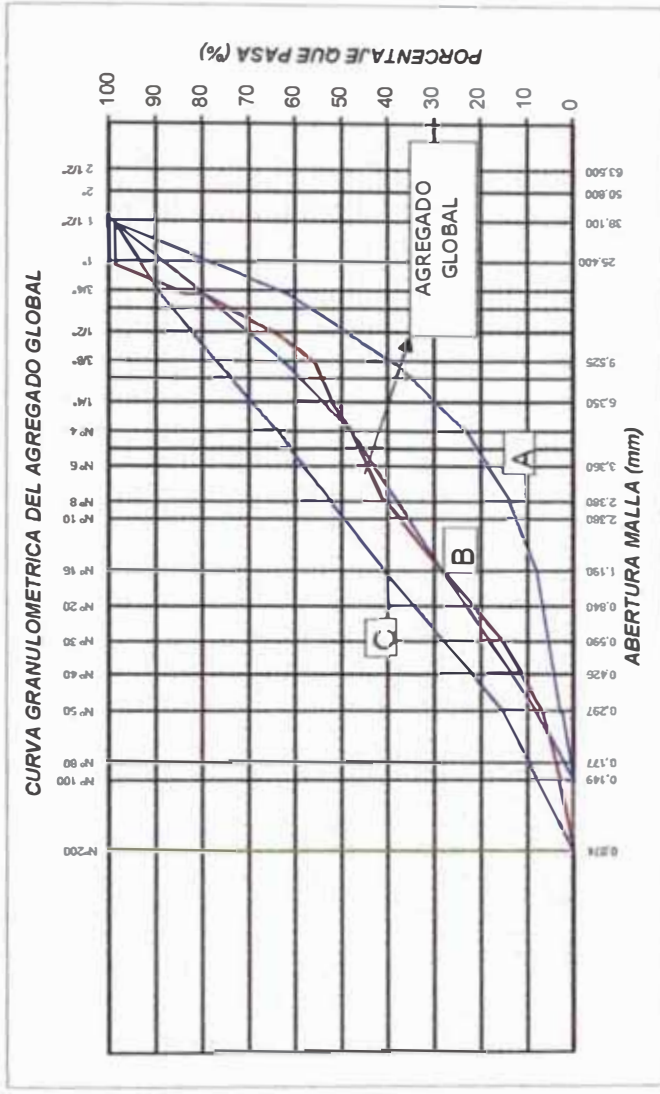
ANALISIS GRANULOMETRICO			
MALLAS AMERICANA	ABERTURA (mm)	AGREG GRUESO	AGREG GRUESO
		% RET. ACUM.	% PASA ACUM.
2 1/2"	63.500		
2"	50.800		
1 1/2"	38.100	100	100
1"	25.400	2.11	98
3/4"	19.050	32.86	67
1/2"	12.700	74.91	25
3/8"	9.525	91.84	8
1/4"	6.350	99.55	0
N° 4	4.760	100	0
N° 6	3.360		
N° 8	2.380	100	0
N° 10	2.000		
N° 16	1.190	100	0
N° 20	0.840		
N° 30	0.590		
N° 40	0.426		
N° 50	0.297		
N° 60	0.177		
N° 100	0.149		
N° 200	0.074		



TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

GRAFICA A-03
HUSO DIN 1045

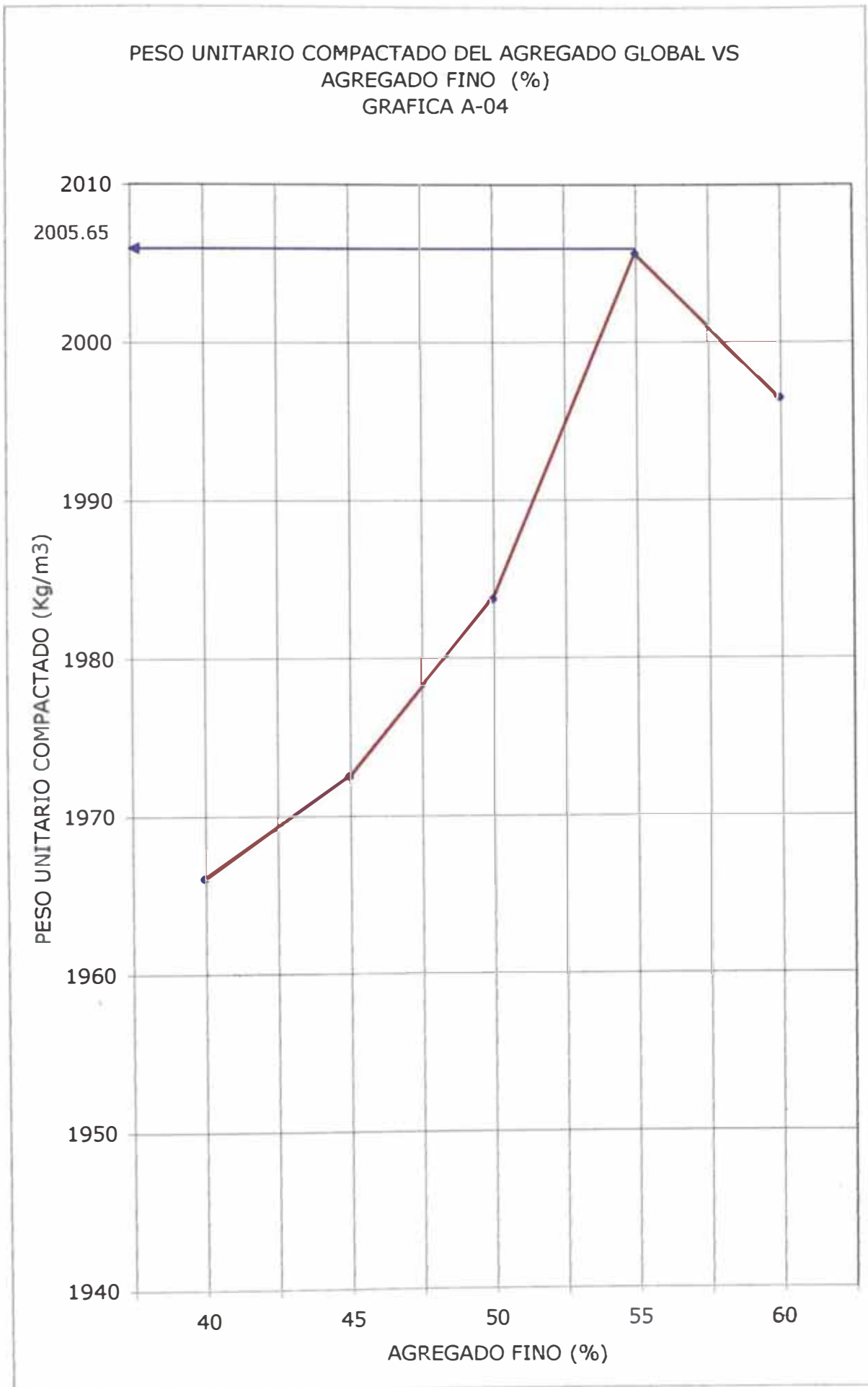
MALLAS SERIE AMERICANA	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GLOBAL (M.F.A.G. = 5.18)				
	ABERTURA (mm)	AGREGADO GLOBAL 52% A.F. + 48% A.G.		ESPECIFICACIONES HUSO DIN 1045 A.G.	
		% RET.	% PASA	A	B
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100	0	100	100	100
1"	25.400	1	99		
3/4"	19.050	16	84	62	80
1/2"	12.700	36	64		
3/8"	9.525	44	56	38	62
1/4"	6.350	48	52		
N° 4	4.760	52	48	23	47
N° 6	3.360				
N° 8	2.380	59	41	14	37
N° 10	2.000				
N° 16	1.190	72	28	8	28
N° 20	0.840				
N° 30	0.590	85	15		
N° 40	0.426				
N° 50	0.297	93	7	2	8
N° 80	0.177				
N° 100	0.149	97	3	0	0
Fondo	0.074	100	0	0	0



Uso A.S.T.M

Agregado Global

Módulo de finura del agregado global : **5.18**



MEZCLA DE PRUEBA DEL CONCRETO

CUADRO B-01

DATOS DE ARENA		DATOS DE PIEDRA	
CANTERA	TRAPICHE	CANTERA	LA GLORIA
P.E	2640	P.E	2810
W(%)	0.9475	W(%)	0.2465
% Abs	0.94	% Abs	0.6092
P.E. cemento portland : 3120			

MATERIALES		DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 50 kg
		PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U SECO	P.U. HUMEDO	
a/c=0.65 a=222 rf=52 rg=48	CEMENTO	341.540	0.109	341.540	1.000	1.000	7.250
	AGUA	222.000	0.222	225.020	0.650	0.660	4.780
	ARENA	897.170	0.340	932.760	2.630	2.730	19.810
	PIEDRA	881.480	0.314	855.030	2.580	2.500	18.160
	AIRE		0.015				
	SUMATORIO	2342.190	1.000	2354.350	6.860	6.890	50.000
ASENTAMIENTO: 3"							

MATERIALES		DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 50 kg
		PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U SECO	P.U. HUMEDO	
a/c=0.65 a=223.5 rf=52 rg=48	CEMENTO	343.850	0.110	343.850	1.000	1.000	7.310
	AGUA	223.500	0.224	226.510	0.650	0.660	4.820
	ARENA	894.090	0.339	929.560	2.600	2.700	19.760
	PIEDRA	878.460	0.313	852.100	2.550	2.480	18.110
	AIRE		0.015				
	SUMATORIO	2339.900	1.000	2352.020	6.810	6.840	50.000
ASENTAMIENTO: 3 1/2"							

MATERIALES		DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 50 kg
		PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U SECO	P.U. HUMEDO	
a/c=0.65 a=225 rf=52 rg=48	CEMENTO	346.150	0.111	346.150	1.000	1.000	7.370
	AGUA	225.000	0.225	228.000	0.650	0.660	4.850
	ARENA	891.020	0.338	926.360	2.570	2.680	19.710
	PIEDRA	875.440	0.312	849.170	2.530	2.450	18.070
	AIRE		0.015				
	SUMATORIO	2337.620	1.000	2349.690	6.750	6.790	50.000
ASENTAMIENTO: 4 1/8"							

MEZCLA DE PRUEBA DEL CONCRETO

CUADRO B-02

DATOS DE ARENA		DATOS DE PIEDRA	
CANTERA	TRAPICHE	CANTERA	LA GLORIA
P.E.	:2640	P.E.	:2810
W(%)	:1.0438	W(%)	:0.2465
% Abs	:0.94	% Abs	:0.6092
P.E. cemento portland : 3120			

MATERIALES		DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 50 kg
		PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U.SECO	P.U.HUMEDO	
a/c=0.65 a=219 rf=55 rg=45	CEMENTO	336.920	0.108	336.920	1.000	1.000	6.240
	AGUA	219.000	0.219	220.900	0.650	0.660	4.090
	ARENA	955.430	0.362	992.420	2.840	2.950	18.370
	PIEDRA	832.060	0.296	805.580	2.470	2.390	14.910
	AIRE		0.015				
	SUMATORIO	2343.410	1.000	2355.820	6.960	6.990	43.600
ASENTAMIENTO: 3 1/8"							

MATERIALES		DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 50 kg
		PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U.SECO	P.U.HUMEDO	
a/c=0.65 a=220 rf=55 rg=45	CEMENTO	338.460	0.108	338.460	1.000	1.000	6.270
	AGUA	220.000	0.220	221.890	0.650	0.660	4.110
	ARENA	953.270	0.361	990.170	2.820	2.930	18.340
	PIEDRA	830.170	0.295	803.750	2.450	2.370	14.890
	AIRE		0.015				
	SUMATORIO	2341.890	1.000	2354.270	6.920	6.960	43.600
ASENTAMIENTO: 3 1/2"							

MATERIALES		DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 50 kg
		PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U.SECO	P.U.HUMEDO	
a/c=0.65 a=221 rf=55 rg=45	CEMENTO	340.000	0.109	340.000	1.000	1.000	6.300
	AGUA	221.000	0.221	222.890	0.650	0.660	4.130
	ARENA	951.100	0.360	987.920	2.800	2.910	18.310
	PIEDRA	828.280	0.295	801.920	2.440	2.360	14.860
	AIRE		0.015				
	SUMATORIO	2340.380	1.000	2352.730	6.880	6.920	43.600
ASENTAMIENTO: 4 1/8"							

MEZCLA DE PRUEBA DEL CONCRETO

CUADRO B-03

DATOS DE ARENA		DATOS DE PIEDRA	
CANTERA	:TRAPICHE	CANTERA	.LA GLORIA
P.E.	:2640	P.E.	2810
W(%)	:1.0438	W(%)	0.2465
% Abs	0.94	% Abs	0.6092
P.E. cemento portland . 3120			

MATERIALES		DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 43.6 kg
		PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U. SECO	P.U. HUMEDO	
a/c=0.65 a=219 rf=58 rg=42	CEMENTO	336.920	0.108	336.920	1.000	1.000	6.240
	AGUA	219.000	0.219	220.640	0.650	0.650	4.090
	ARENA	1007.550	0.382	1044.610	2.990	3.100	19.360
	PIEDRA	776.590	0.276	750.470	2.300	2.230	13.910
	AIRE		0.015				
SUMATORIO		2340.060	1.000	2352.640	6.950	6.920	43.600
ASENTAMIENTO: 2 7/8"							

MATERIALES		DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 43.6 kg
		PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U. SECO	P.U. HUMEDO	
a/c=0.65 a=221 rf=58 rg=42	CEMENTO	340.000	0.109	340.000	1.000	1.000	6.310
	AGUA	221.000	0.221	222.630	0.650	0.650	4.130
	ARENA	1002.980	0.380	1039.870	2.950	3.060	19.300
	PIEDRA	773.060	0.275	747.070	2.270	2.200	13.860
	AIRE		0.015				
SUMATORIO		2337.040	1.000	2349.570	6.870	6.910	43.600
ASENTAMIENTO: 3 3/4"							

MATERIALES		DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 43.6 kg
		PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U. SECO	P.U. HUMEDO	
a/c=0.65 a=222 rf=58 rg=42	CEMENTO	341.540	0.109	341.540	1.000	1.000	6.340
	AGUA	222.000	0.222	223.630	0.650	0.650	4.150
	ARENA	1000.690	0.379	1037.500	2.930	3.040	19.270
	PIEDRA	771.300	0.274	745.360	2.260	2.180	13.840
	AIRE		0.015				
SUMATORIO		2335.530	1.000	2348.030	6.840	6.870	43.600
ASENTAMIENTO: 4 3/8"							

MEZCLA DE PRUEBA DEFINITIVA DEL CONCRETO

CUADRO B-4

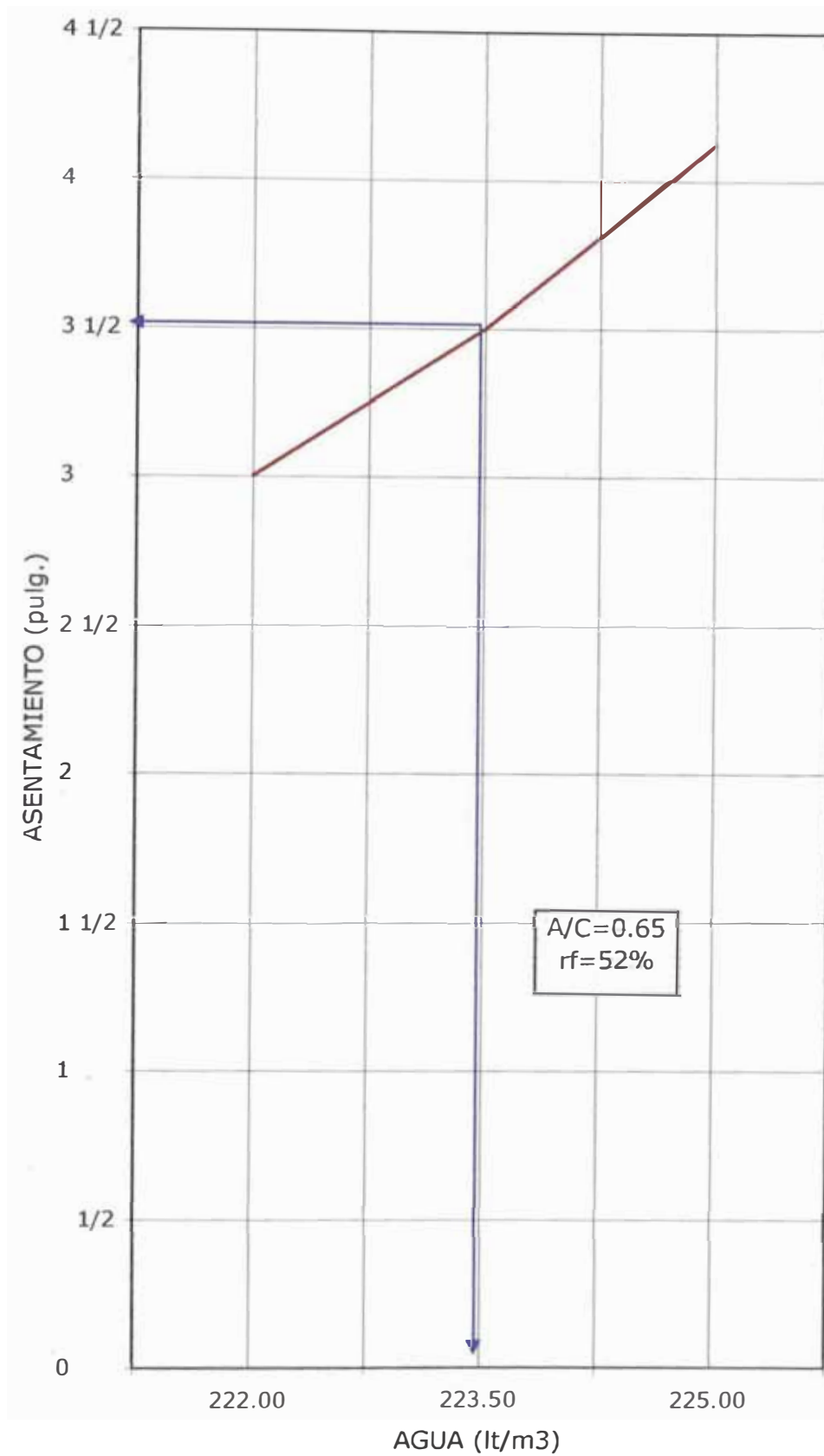
DATOS DE ARENA		DATOS DE PIEDRA	
CANTERA	TRAPICHE	CANTERA	LA GLORIA
P.E.	2640	P.E.	2810
W(%)	1.0438	W(%)	0.2465
% Abs	0.94	% Abs	0.6092
P.E. cemento Portland: 3120			

MATERIALES	DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 50 kg	COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS kg/cm ²
	PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U. SECO	P.U. HUMEDO		
a/c=0.65 a=223.5 rf=52 rg=48	CEMENTO	343.850	0.110	343.850	1.000	1.000	7.310
	AGUA	223.500	0.224	226.510	0.650	0.660	4.820
	ARENA	894.090	0.339	929.560	2.600	2.700	19.760
	PIEDRA	878.460	0.313	852.100	2.550	2.480	18.110
	AIRE		0.015				
SUMATORIO		2339.900	1.000	2352.020	6.810	6.840	50.000
ASENTAMIENTO: 3 1/2"						fc(promedio)=	267.71

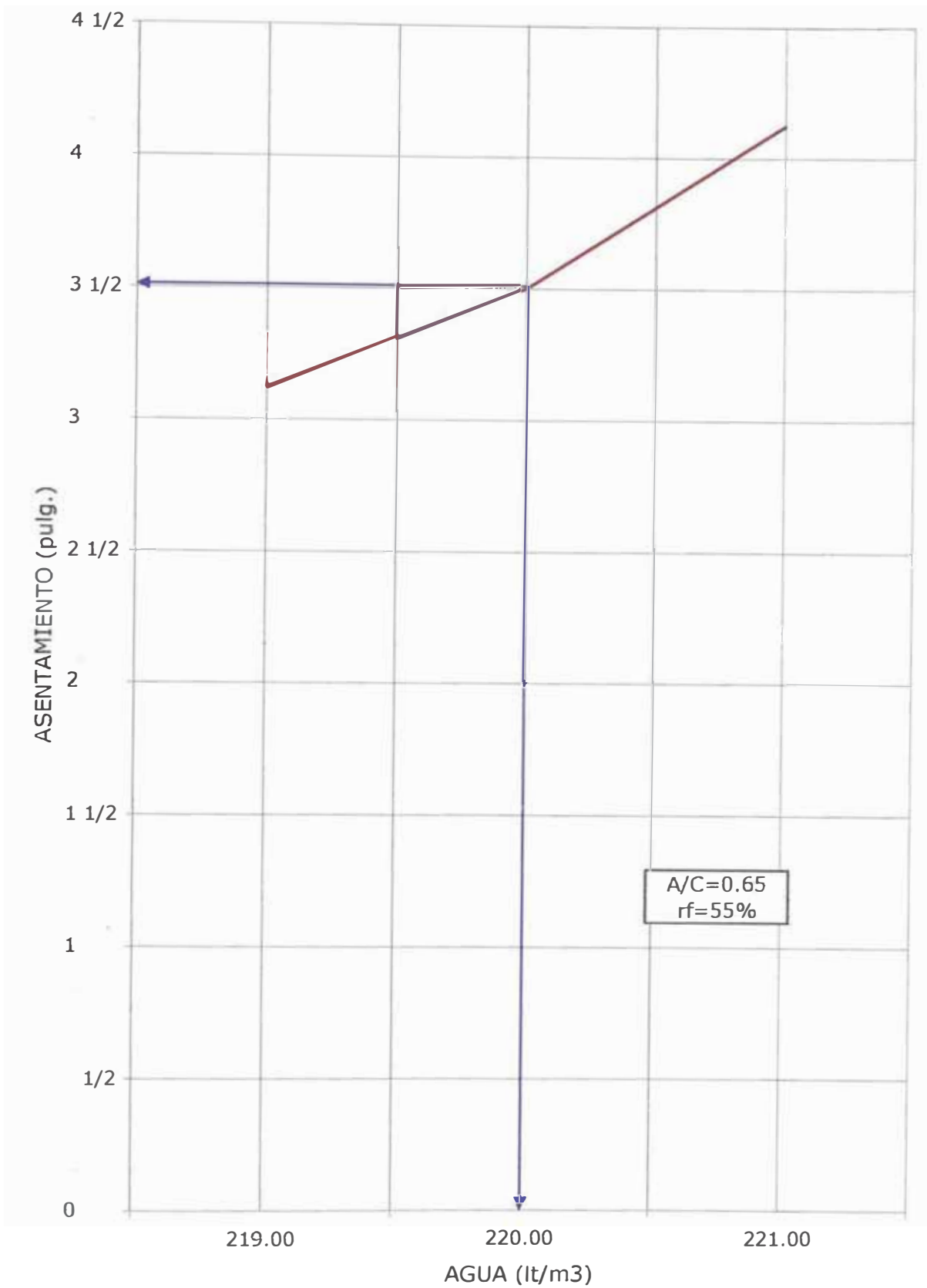
MATERIALES	DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 50 kg	COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS kg/cm ²
	PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U. SECO	P.U. HUMEDO		
a/c=0.65 a=220 rf=55 rg=45	CEMENTO	338.460	0.108	338.460	1.000	1.000	6.270
	AGUA	220.000	0.220	221.890	0.650	0.660	4.110
	ARENA	953.270	0.361	990.170	2.820	2.930	18.340
	PIEDRA	830.170	0.295	803.750	2.450	2.370	14.890
	AIRE		0.015				
SUMATORIO		2341.890	1.000	2354.270	6.920	6.960	43.600
ASENTAMIENTO: 3 1/2"						fc(promedio)=	248.11

MATERIALES	DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO			TANDA		TANDA DE 43.6 kg	COMPRESIÓN A LOS 7 DIAS kg/cm ²
	PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	P.U. SECO	P.U. HUMEDO		
a/c=0.65 a=221 rf=58 rg=42	CEMENTO	340.000	0.109	340.000	1.000	1.000	6.310
	AGUA	221.000	0.221	222.630	0.650	0.650	4.130
	ARENA	1002.980	0.380	1039.870	2.950	3.060	19.300
	PIEDRA	773.060	0.275	747.070	2.270	2.200	13.860
	AIRE		0.015				
SUMATORIO		2337.040	1.000	2349.570	6.870	6.910	43.600
ASENTAMIENTO: 3 3/4"						fc(promedio)=	254.20

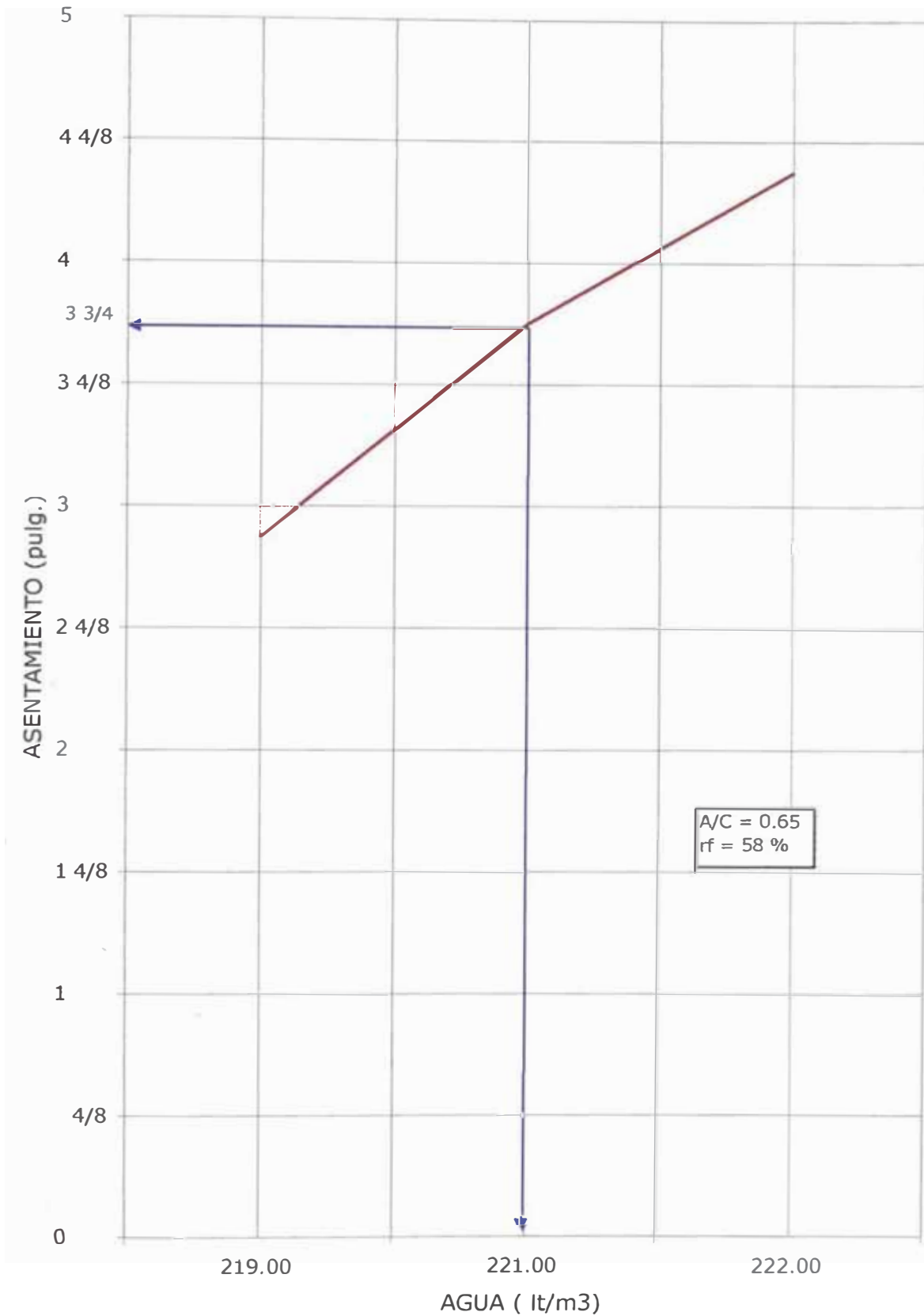
DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA
GRAFICO B-01

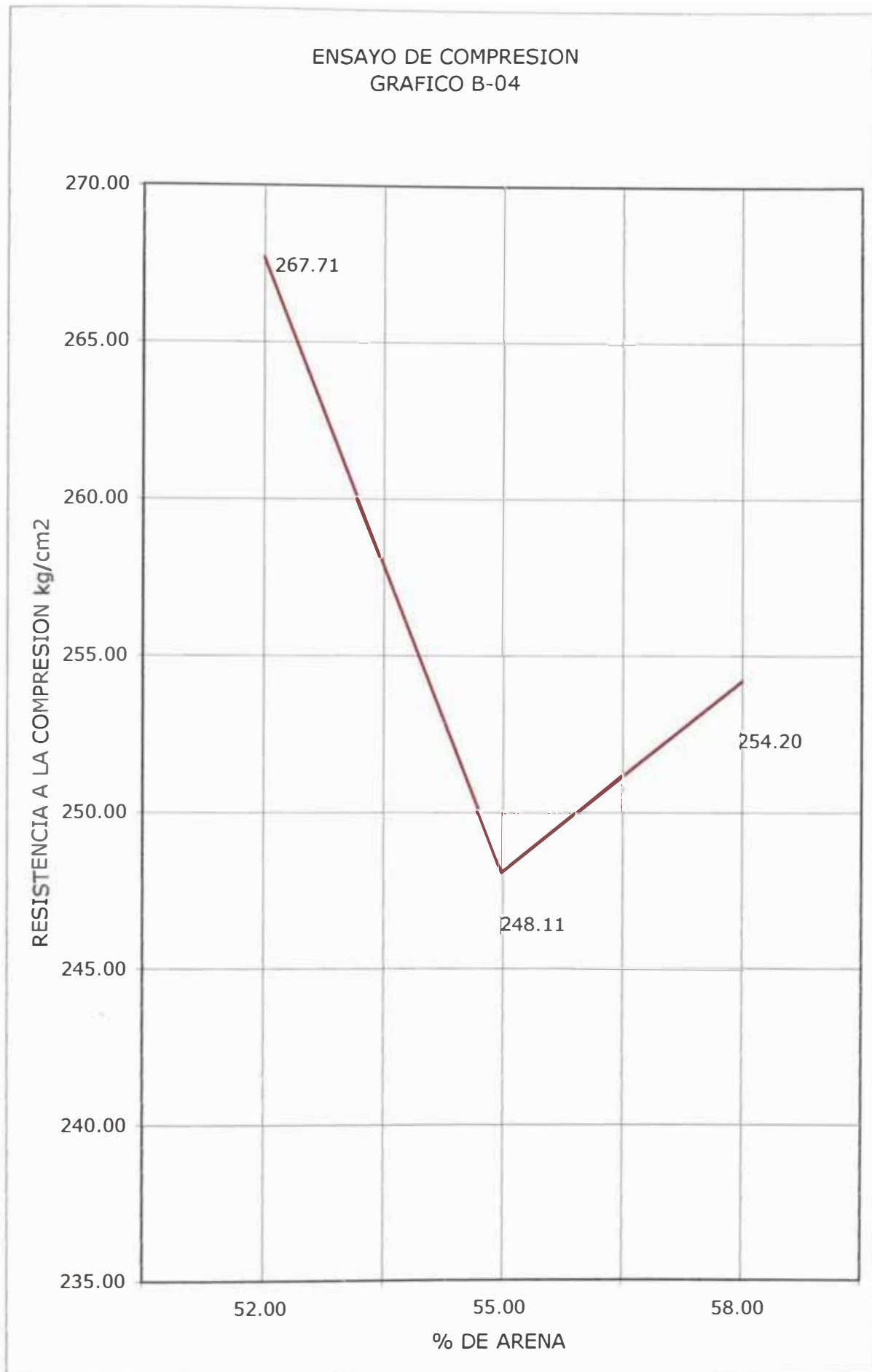


DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA
GRAFICO B-02



DETERMINACION DE LA CANTIDAD DE AGUA
GRAFICO B-03





TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

**DISEÑO DE MEZCLAS PATRON A/C 0.60
CUADRO B-05**

DISEÑO 1:	
%ARENA	0.52
A/C:	0.6
ASENT:	3"-4"
T.N.MAX:	1"
AGUA:	222.5
% AIRE:	0.015

DATOS ARENA:		DATOS PIEDRA:	
P.E =	2640	P.E =	2810
w(%) =	0.7158	w(%) =	0.2465
% Abs =	0.94	% Abs =	0.6092
P. Eemento =	3120		

DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO				TANDA			
MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL ABS. (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	PROPORCIONAMIENTO			TANDA DE 0.021m ³
				MATERIAL	P.U.SECO	P.U.HUMEDO	
CEMENTO	370.83	0.119	370.83	CEMENTO	1.00	1.00	7.71
AGUA	222.50	0.223	227.59	AGUA	0.60	0.61	4.73
ARENA	883.59	0.335	916.53	ARENA	2.38	2.47	19.05
PIEDRA	868.15	0.309	842.09	PIEDRA	2.34	2.27	17.51
Sum. Total	2345.07	1.000	2357.04	Sum. Total	6.32	6.36	49.00
% AIRE DE DISE		1.50%		ASENTAMIENTO =			

SUM TOT = 1.00
SUM PARC = 0.356
QUE TANDA DESEA DISEI 49 KG

1) DISEÑO SECO:	2) DISEÑO HUMEDO:
VT =VA+VP = 0.644	AO = Asx(1+%w/100)= 916.53
WS = P.ExV	PO = Psx(1+%w/100) = 842.09
W(arena) s = 2640 xVa	Correccion de Agua
W(piedra)s = 2810 xVp	CAo = Asx(%w-%Abs)/100= -2.040
rf = 0.52	Cpo = Psx(%w-%Abs)/100= -3.047
Entonces:	correc = -5.087
Va = 0.345	AGUA CORR = 227.59
Vp = 0.299	
sum= 0.644	
W(arena) s = 2640 xVa = 910.02	
W(piedra)s = 2810 xVp = 840.02	

**DISEÑO DE MEZCLAS PATRON A/C 0.65
CUADRO B-06**

DISEÑO 2:	
%ARENA	0.52
A/C:	0.65
ASENT:	3"-4"
T.N.MAX:	1"
AGUA:	223.5
% AIRE:	0.015

DATOS ARENA:		DATOS PIEDRA:	
P.E =	2640	P.E =	2810
w(%) =	0.7158	w(%) =	0.2465
% Abs =	0.94	% Abs =	0.6092
P.Ecimiento =	3120		

DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO				TANDA			
MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL ABS. (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	PROPORCIONAMIENTO			TANDA DE 0.021m ³
				MATERIAL	P.U.SECA	P.U.HUMEDO	
CEMENTO	343.85	0.110	343.85	CEMENTO	1.00	1.00	7.16
AGUA	223.50	0.224	228.65	AGUA	0.65	0.66	4.76
ARENA	894.09	0.339	927.43	ARENA	2.60	2.70	19.32
PIEDRA	878.46	0.313	852.10	PIEDRA	2.55	2.48	17.75
Sum. Total	2339.90	1.000	2352.02	Sum. Total	6.81	6.84	49.00
% AIRE DE DISE		1.50%		ASENTAMIENTO =			

SUM TOT =	1.00
SUM PARC =	0.349
QUE TANDA DESEA DISEI	49 KG

1) DISEÑO SECO:	2) DISEÑO HUMEDO:
VT = VA + VP = 0.651	
WS = P.ExV	AO = $Asx(1+\%w/100) = 927.43$
W(arena)s = 2640 x Va	PO = $Psx(1+\%w/100) = 852.10$
W(piedra)s = 2810 x Vp	
rf = 0.52	Correccion de Agua
Entonces:	
Va = 0.349	CAo = $Asx(\%w-\%Abs)/100 = -2.065$
Vp = 0.302	Cpo = $Psx(\%w-\%Abs)/100 = -3.083$
sum = 0.651	correc = -5.147
W(arena)s = 2640 x Va = 920.84	AGUA CORR = 228.65
W(piedra)s = 2810 x Vp = 850.00	

**DISEÑO DE MEZCLAS PATRON A/C 0.70
CUADRO B-07**

DISEÑO 3:	
%ARENA	0.52
A/C:	0.70
ASENT:	3"-4"
T.N.MAX:	1"
AGUA:	227.5
% AIRE:	0.015

DATOS ARENA:		DATOS PIEDRA:	
P.E =	2640	P.E =	2810
w(%) =	0.7158	w(%) =	0.2465
% Abs =	0.94	% Abs =	0.6092
P.Ecimiento =	3120		

DOSIFICACION POR M3 DE CONCRETO				TANDA			
MATERIAL	PESO SECO (KG/M3)	VOL. ABS. (M3)	PESO HUMEDO (KG/M3)	PROPORCIONAMIENTO			TANDA DE 0.021m ³
				MATERIAL	P.U.SECO	P.U.HUMEDO	
CEMENTO	325.00	0.104	325.00	CEMENTO	1.00	1.00	6.80
AGUA	227.50	0.228	232.66	AGUA	0.70	0.72	4.87
ARENA	896.90	0.340	930.33	ARENA	2.76	2.86	19.46
PIEDRA	881.22	0.314	854.77	PIEDRA	2.71	2.63	17.88
Sum. Total	2330.61	1.000	2342.76	Sum. Total	7.17	7.21	49.00
% AIRE DE DISE		1.50%		ASENTAMIENTO =			

SUM TOT = 1.00
SUM PARC = 0.347
QUE TANDA DESEA DISEI 49 KG

1) DISEÑO SECO:	2) DISEÑO HUMEDO:
VT = VA + VP = 0.653	AO = $Asx(1+\%w/100) = 930.33$
WS = P.ExV	PO = $Psx(1+\%w/100) = 854.77$
W(arena) s = 2640 x Va	Correccion de Agua
W(piedra)s = 2810 x Vp	CAo = $Asx(\%w-\%Abs)/100 = -2.071$
rf = 0.52	Cpo = $Psx(\%w-\%Abs)/100 = -3.093$
Entonces:	correc = -5.164
Va = 0.350	AGUA CORR = 232.66
Vp = 0.303	
sum = 0.653	
W(arena) s = 2640 x Va = 923.72	
W(piedra)s = 2810 x Vp = 852.66	

ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO**NORMA : NTP 339.082 : 2001****CUADRO: C-01**

RELACION DE A/C :0.60
CEMENTO :Portland Tipo I
ASENTAMIENTO :3" a 4"
CANTERA : Trapiche y Gloria
TEMPERATURA : 18 °C

HORA DE INICIO : 10:40 am.

HORA H:M	TIEMPO TRANSCURRIDO H:M	DIAMETRO DE AGUJA Pulg.	FUERZA Lb.	AREA Pulg.²	PRESION (Lb/Pulg.²)
12:40 p.m.	02:00	18/16	0.00	0.9940	0.00
13:15 pm.	02:35	18/16	6.25	0.9940	6.29
13:35 pm.	02:55	18/16	25.00	0.9940	25.15
14:05 pm.	03:25	18/16	75.00	0.9940	75.45
14:35 pm.	03:55	13/16	80.00	0.5185	154.29
14:50 pm.	04:10	9/16	50.00	0.2485	201.21
15:10 pm.	04:30	9/16	80.00	0.2485	321.93
15:30 pm.	04:50	9/16	100.00	0.2485	402.41
15:50 pm.	05:10	5/16	60.00	0.0767	782.27
16:20 pm.	05:40	5/16	145.00	0.0767	1890.48
16:40 pm.	06:00	4/16	140.00	0.0491	2851.32
17:00 pm.	06:20	3/16	105.00	0.0276	3804.35
17: 20 pm.	06:40	3/16	150.00	0.0276	5434.78

ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO
NORMA : NTP 339.082 : 2001
CUADRO: C-02

RELACION DE A/C : 0.65
CEMENTO : Portland Tipo I
ASENTAMIENTO : 3" a 4"
CANTERA : Trapiche y Gloria
TEMPERATURA : 18 °C

HORA DE INICIO : 11:15 am.

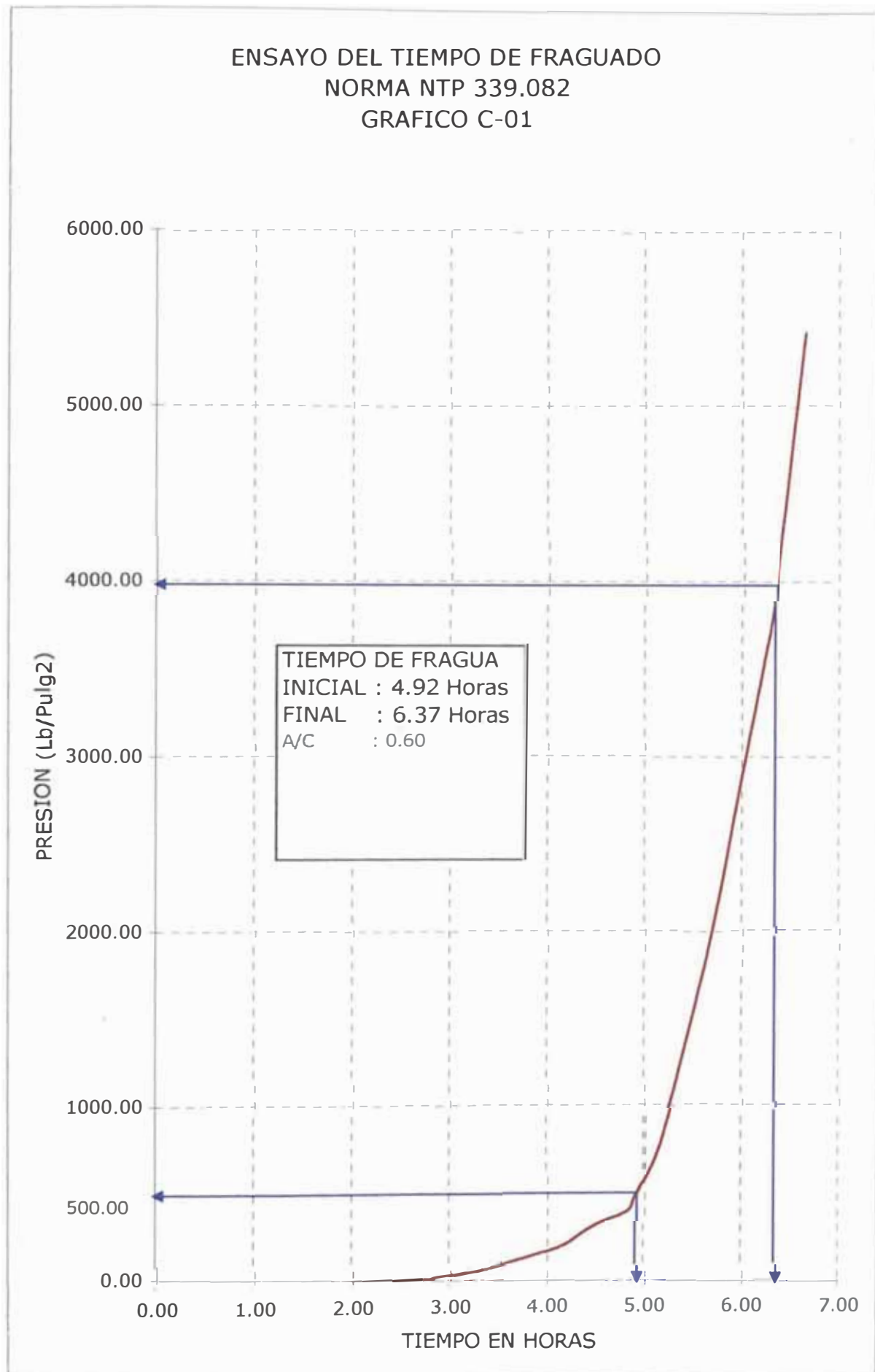
HORA H:M	TIEMPO TRANSCURRIDO H:M	DIAMETRO DE AGUJA Pulg.	FUERZA Lb.	AREA Pulg.²	PRESION (Lb/Pulg.²)
13:40 pm.	02:25	18/16	0.00	0.9940	0.00
14:20 pm.	03:05	18/16	6.25	0.9940	6.29
14:50 pm.	03:35	18/16	70.00	0.9940	70.42
15:20 pm.	04:05	18/16	140.00	0.9940	140.85
15:50 pm.	04:35	18/16	180.00	0.9940	181.09
16:30 pm.	05:15	13/16	340.00	0.5185	655.74
16:50 pm.	05:35	13/16	420.00	0.5185	810.03
17:20 pm.	06:05	9/16	250.00	0.2485	1006.04
17:40 pm.	06:25	4/16	150.00	0.0491	3054.99
17:50 pm.	06:35	3/16	100.00	0.0276	3623.19
18:00 pm	06:45	3/16	140.00	0.0276	5072.46

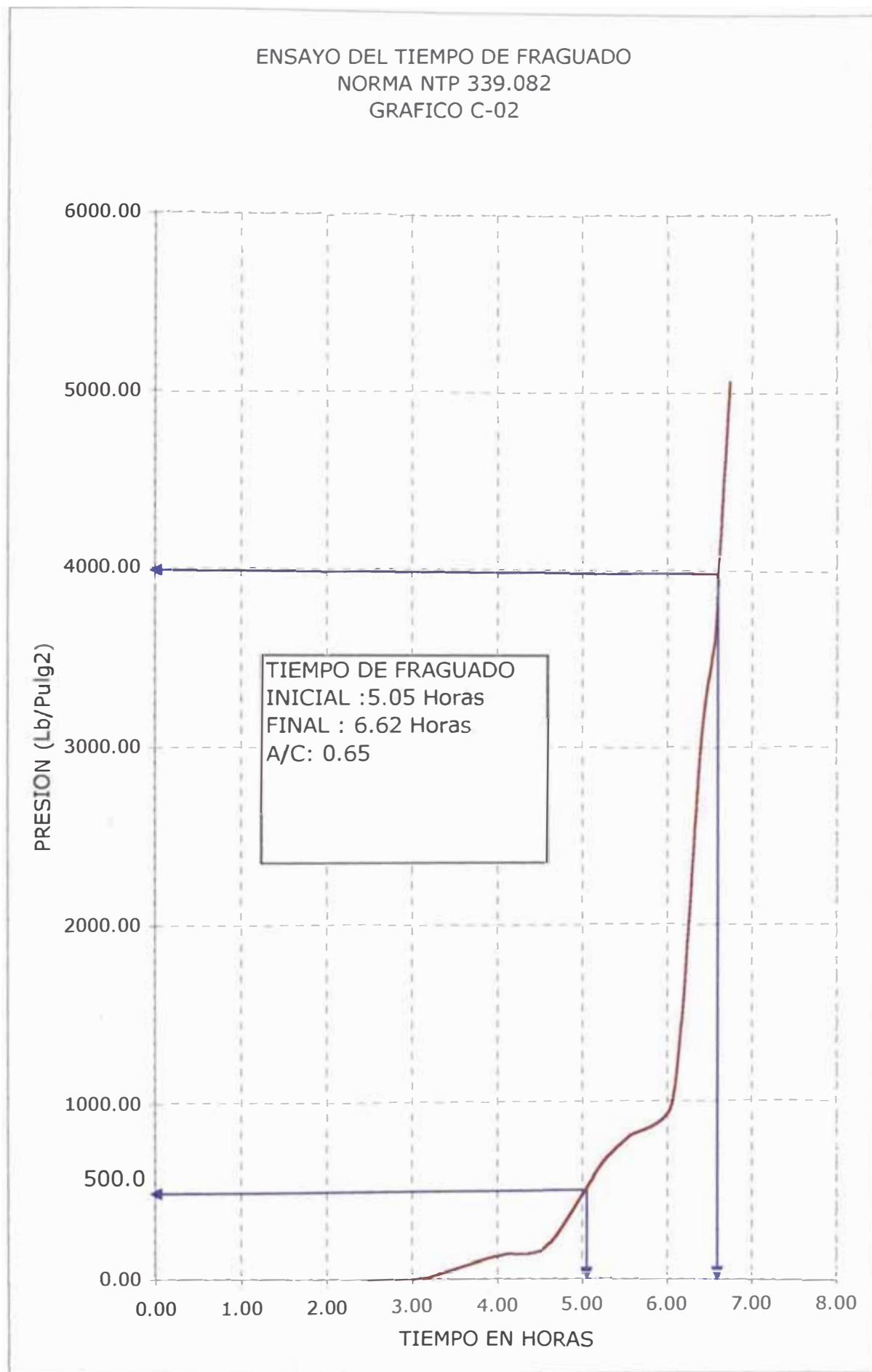
ENSAYO DEL TIEMPO DE FRAGUADO
NORMA : NTP 339.082 : 2001
CUADRO: C-03

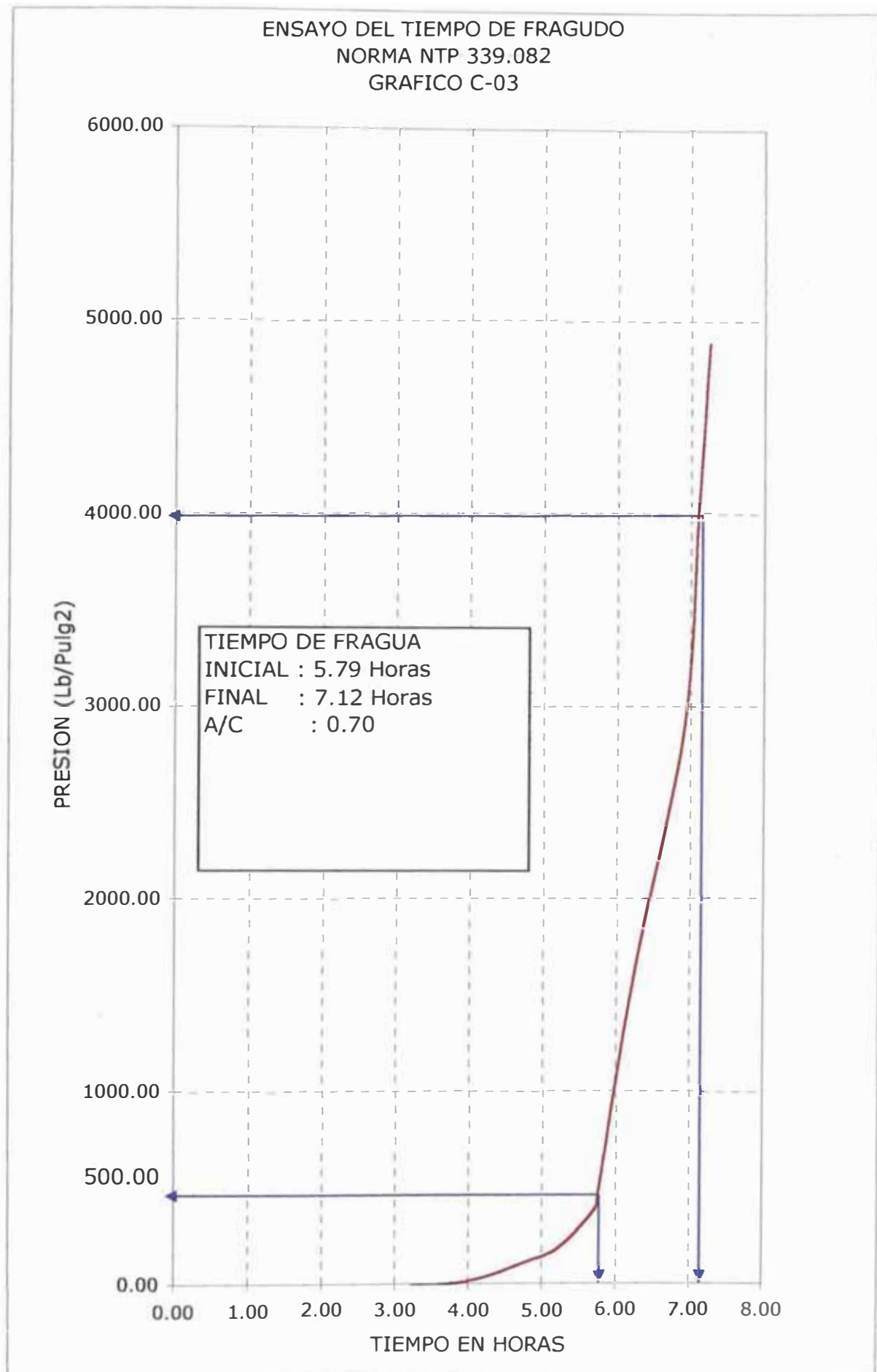
RELACION DE A/C :0.70
CEMENTO :Portland Tipo I
ASENTAMIENTO :3" a 4"
CANTERA : Trapiche y Gloria
TEMPERATURA : 18 °C

HORA DE INICIO : 11:40 am.

HORA H:M	TIEMPO TRANSCURRIDO H:M	DIAMETRO DE AGUJA Pulg.	FUERZA Lb.	AREA Pulg.²	PRESION (Lb/Pulg.²)
14:55 pm.	03:15	18/16	0.00	0.9940	0.00
15:25 pm.	03:45	18/16	6.25	0.9940	6.29
15:55 pm.	04:15	18/16	40.00	0.9940	40.24
16:25 pm.	04:45	18/16	110.00	0.9940	110.66
16:55 pm.	05:15	13/16	100.00	0.5185	192.86
17:25 pm.	05:45	9/16	100.00	0.2485	402.41
17:56 pm.	06:16	3/16	45.00	0.0276	1630.43
18:36 pm.	06:56	3/16	80.00	0.0276	2898.55
18:56 pm.	07:16	3/16	135.00	0.0276	4891.30







ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO**NORMA : NTP 339.077 : 1981****CUADRO : D-01**

RELACION DE A/C : 0.60
CEMENTO : Portland Tipo I
ASENTAMIENTO : 3" a 4"
CANTERA : Trapiche y Gloria

HORA DE INICIO : 12:27 am.

HORA DE ENSAYO H:min	TIEMPO ACUMULADO (min)	TIEMPO PARCIAL (min)	VOLUMEN PARCIAL (ml)	VOLUMEN DE AGUA ACUMULADA (ml)	AGUA DE EXUDACION (ml/cm ²)	VELOCIDAD DE EXUDACION (ml/cm ² /min)
12:27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
12:37	10.00	10.00	2.00	2.00	0.0041	0.0004
12:47	20.00	10.00	3.00	5.00	0.0104	0.0010
12:57	30.00	10.00	4.00	9.00	0.0186	0.0019
13:07	40.00	10.00	3.80	12.80	0.0265	0.0026
13:37	70.00	30.00	15.20	28.00	0.0580	0.0019
14:07	100.00	30.00	13.00	41.00	0.0849	0.0028
14:37	130.00	30.00	5.80	46.80	0.0969	0.0032

PESO DE LA TANDA (P_o) : 49.00 Kg.
PESO DEL CONCRETO EN EL BALDE (P_t) : 27.92 Kg.
VOLUMEN DE AGUA EN LA TANDA (A_o) : 4.73 Lt.
VOLUMEN DE AGUA ACUMULADA (A_t) : 0.047
AREA DEL RECIPIENTE : 483.05 cm².

$$E(\%) = \frac{A_t \times P_o \times 100}{P_t \times A_o}$$

EXUDACION: **1.74%**

ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO

NORMA : NTP 339.077 : 1981

CUADRO : D-02

RELACION DE A/C : 0.65
 CEMENTO : Portland Tipo I
 ASENTAMIENTO : 3" a 4"
 CANTERA : Trapiche y Gloria

HORA DE INICIO : 13:10 am.

HORA DE ENSAYO H:min	TIEMPO ACUMULADO (min)	TIEMPO PARCIAL (min)	VOLUMEN PARCIAL (ml)	VOLUMEN DE AGUA ACUMULADA (ml)	AGUA DE EXUDACION (ml/cm ²)	VELOCIDAD DE EXUDACION (ml/cm ² /min)
13:10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
13:20	10.00	10.00	7.30	7.30	0.0151	0.0015
13:30	20.00	10.00	12.80	20.10	0.0416	0.0042
13:40	30.00	10.00	8.50	28.60	0.0592	0.0059
13:50	40.00	10.00	6.40	35.00	0.0725	0.0072
14:20	70.00	30.00	16.40	51.40	0.1064	0.0035
14:50	100.00	30.00	16.40	67.80	0.1404	0.0047
15:20	130.00	30.00	4.20	72.00	0.1491	0.0050

PESO DE LA TANDA (P_o) : 49.00 Kg.
 PESO DEL CONCRETO EN EL BALDE (P_c) : 27.75 Kg.
 VOLUMEN DE AGUA EN LA TANDA (A_o) : 4.77 Lt.
 VOLUMEN DE AGUA ACUMULADA (A_c) : 0.072
 AREA DEL RECIPIENTE : 483.05 cm².

$$E(\%) = \frac{A_c \times P_o \times 100}{P_c \times A_o}$$

EXUDACION: 2.67%

ENSAYO DE EXUDACION DEL CONCRETO FRESCO

NORMA : NTP 339.077 : 1981

CUADRO : D-03

RELACION DE A/C : 0.70
 CEMENTO : Portland Tipo I
 ASENTAMIENTO : 3" a 4"
 CANTERA : Trapiche y Gloria

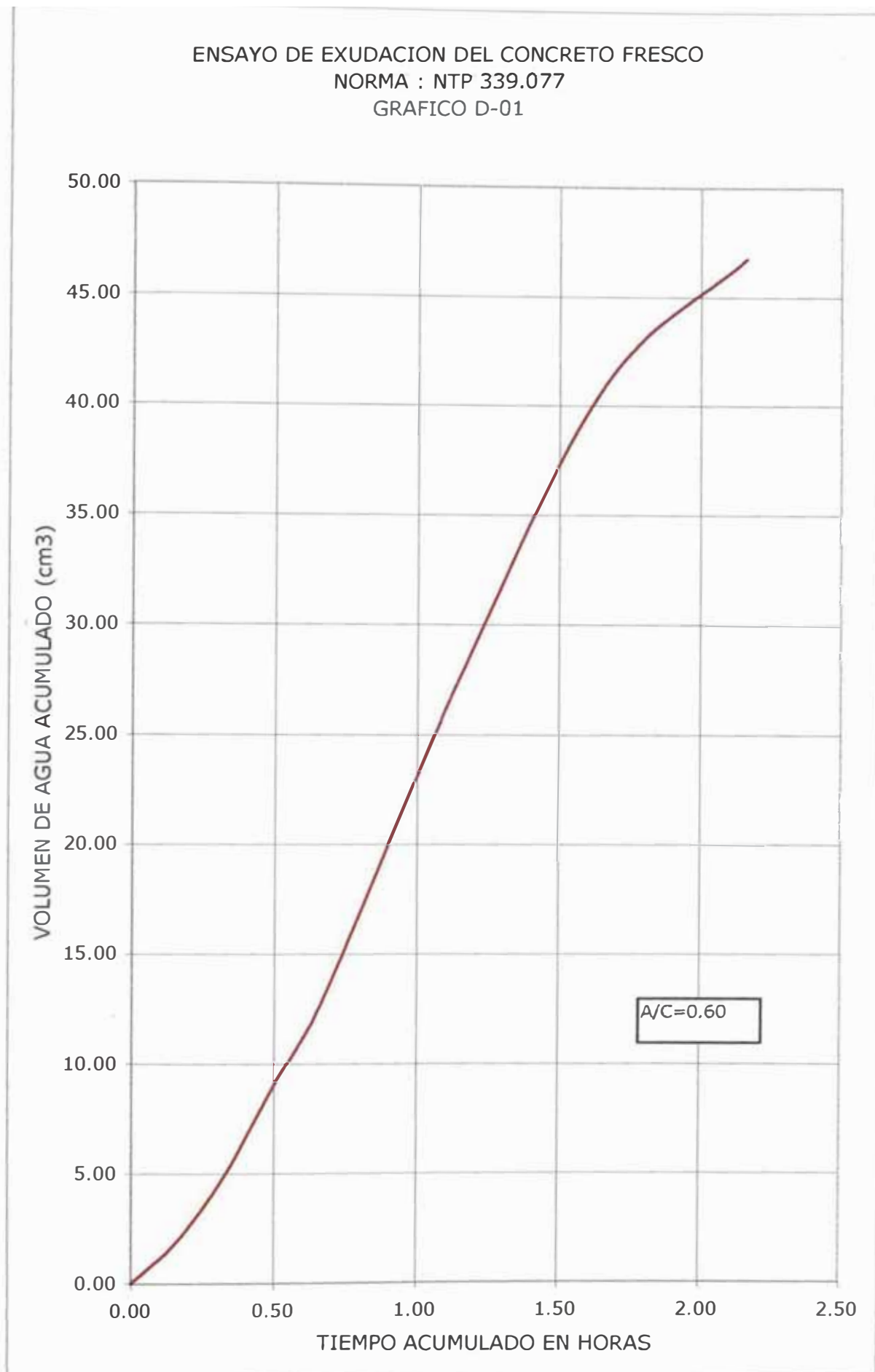
HORA DE INICIO : 13:55 am.

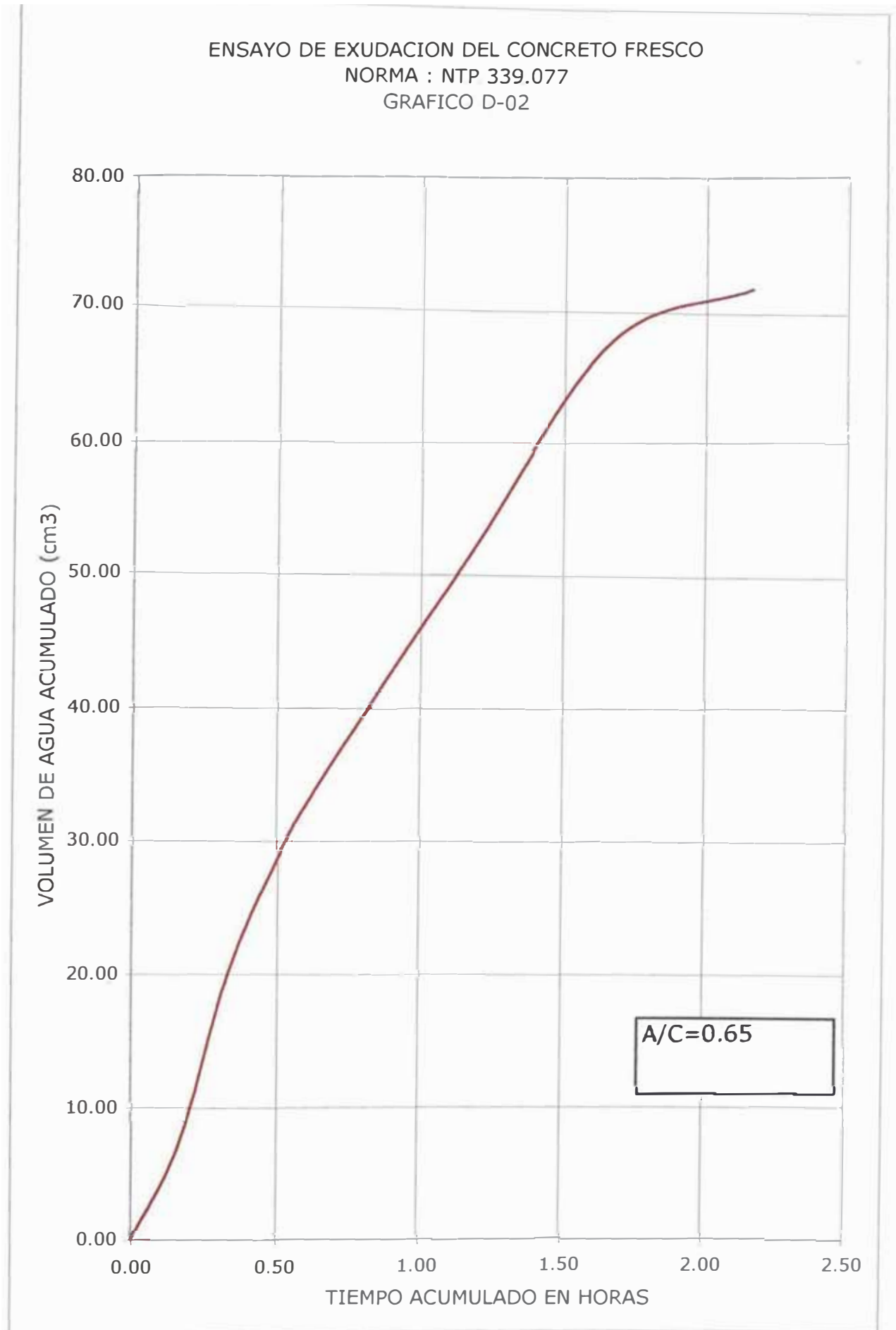
HORA DE ENSAYO H:min	TIEMPO ACUMULADO (min)	TIEMPO PARCIAL (min)	VOLUMEN PARCIAL (ml)	VOLUMEN DE AGUA ACUMULADA (ml)	AGUA DE EXUDACION (ml/cm ²)	VELOCIDAD DE EXUDACION (ml/cm ² /min)
13:55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000
14:05	10.00	10.00	5.60	5.60	0.0116	0.0012
14:15	20.00	10.00	8.60	14.20	0.0294	0.0029
14:25	30.00	10.00	7.50	21.70	0.0449	0.0045
14:35	40.00	10.00	8.30	30.00	0.0621	0.0062
15:05	70.00	30.00	27.70	57.70	0.1194	0.0040
15:35	100.00	30.00	18.60	76.30	0.1580	0.0053
16:05	130.00	30.00	12.30	88.60	0.1834	0.0061
16:35	160.00	30.00	4.00	92.60	0.1917	0.0064

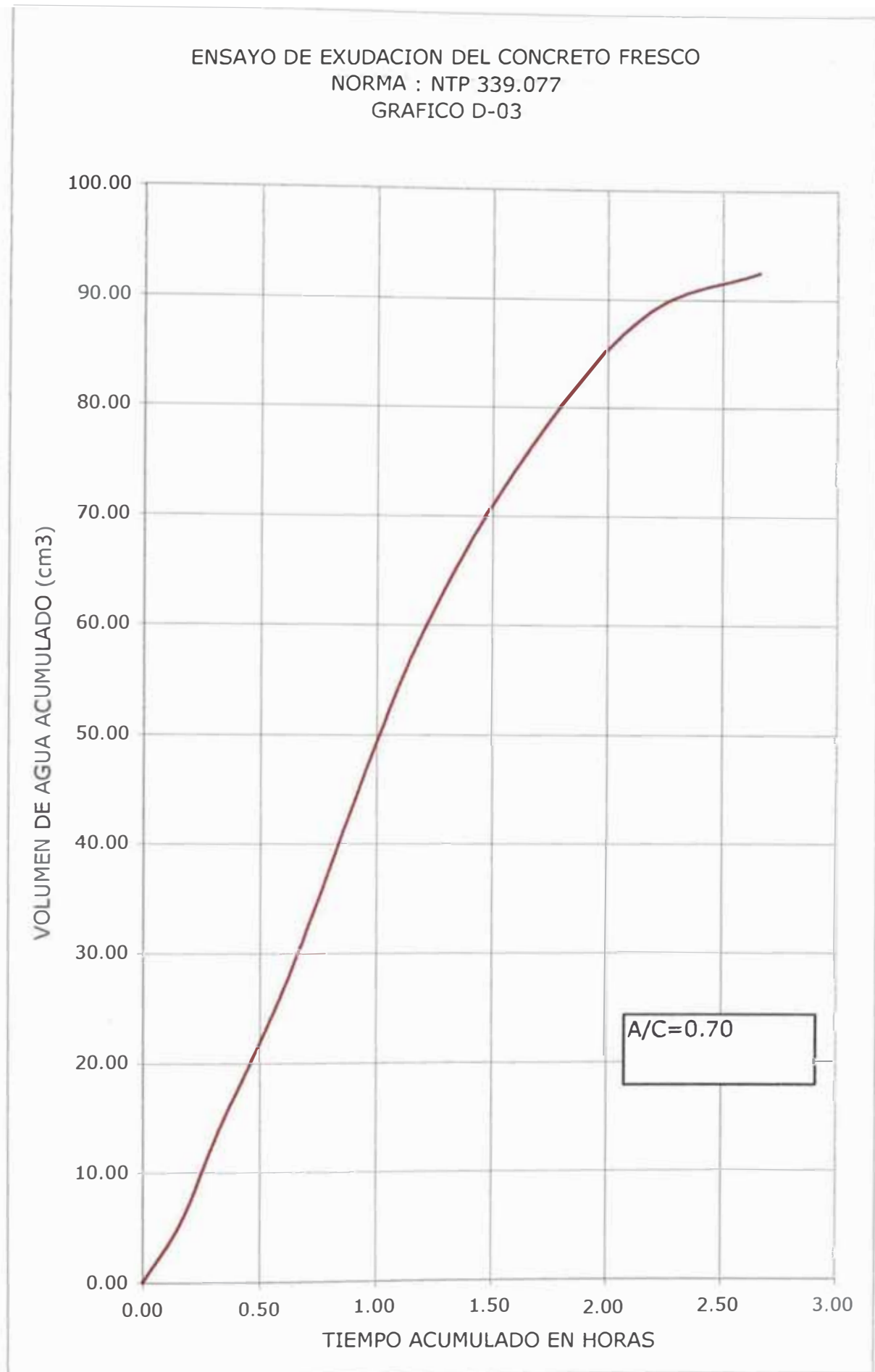
PESO DE LA TANDA (P_o) : 49.00 Kg.
 PESO DEL CONCRETO EN EL BALDE (P_t) : 27.75 Kg.
 VOLUMEN DE AGUA EN LA TANDA (A_o) : 4.87 Lt.
 VOLUMEN DE AGUA ACUMULADA (A_t) : 0.0926
 AREA DEL RECIPIENTE : 483.05 cm².

$$E(\%) = \frac{A_t \times P_o \times 100}{P_t \times A_o}$$

EXUDACION: 3.43%







ENSAYO DE COMPRESION

Norma: NTP 339.034 : 1999

CUADRO E-01

TIPO DE CEMENTO : Portland Tipo I
RELACION A/C : 0.60
% ARENA : 0.52

CANTERA : TRAPICHE(Arena) y GLORIA(Piedra)
ASENTAMIENTO : 3" - 4"
% PIEDRA : 0.48

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO CON AZUFRE							
FECHA: OBTENCION ROTURA	EDAD (dias)	N ° PROBETAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (kg.)	SECCIÓN NORMAL A LA CARGA (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'cp S C.V
28/03/03 05/04/03	7	1	15.00	50600.00	177.00	285.88	273.76
		2	15.05	46600.00	178.00	261.80	12.04
		3	15.05	48700.00	178.00	273.60	4.40
07/05/03 22/05/03	14	1	14.90	51100.00	174.00	293.68	286.33
		2	15.15	51700.00	180.00	287.22	7.83
		3	15.05	49500.00	178.00	278.09	2.74
02/04/03 08/05/03	36	1	15.05	52100.00	178.00	292.70	317.89 14.24 4.48
		2	15.10	55700.00	179.00	311.17	
		3	14.90	58600.00	174.00	336.78	
		4	14.85	52900.00	173.00	305.78	
		5	15.05	54500.00	178.00	306.18	
		6	14.90	52700.00	174.00	302.87	
		7	14.85	58500.00	173.00	338.15	
		8	14.90	49700.00	174.00	285.63	
		9	14.90	54400.00	174.00	312.64	
		10	15.05	54200.00	178.00	304.49	
		11	14.95	50200.00	175.00	286.86	
		12	14.85	55300.00	173.00	319.65	
14/04/03 20/05/03	36	13	15.00	57500.00	177.00	324.86	
		14	14.90	57500.00	174.00	330.46	
		15	15.00	54100.00	177.00	305.65	
		16	15.00	55300.00	177.00	312.43	
		17	14.90	55100.00	174.00	316.67	
		18	14.95	58900.00	175.00	336.57	
		19	14.85	54500.00	173.00	315.03	
		20	14.95	56800.00	175.00	324.57	
		21	15.15	54700.00	180.00	303.89	
		22	15.10	58000.00	179.00	324.02	
		23	15.00	57100.00	177.00	322.60	
		24	15.10	59500.00	179.00	332.40	
		25	15.20	57500.00	181.00	317.68	
		26	15.20	60300.00	181.00	333.15	
		27	15.05	59800.00	178.00	335.96	
		28	15.10	59100.00	179.00	330.17	
29	15.15	56600.00	180.00	314.44			
30	15.10	59500.00	179.00	332.40			

ENSAYO DE COMPRESION

Norma: NTP 339.034 : 1999

CUADRO E-02

TIPO DE CEMENTO : Portland Tipo I

RELACION A/C : 0.65

% ARENA : 0.52

CANTERA : TRAPICHE(Arena) y GLORIA(Piedra)

ASENTAMIENTO: 3" - 4"

% PIEDRA : 0.48

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO CON AZUFRE							
FECHA: OBTENCION ROTURA	EDAD (dias)	N ° PROBETAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (kg.)	SECCIÓN NORMAL A LA CARGA (cm ²)	f _c (kg/cm ²)	f _{cd} S C.V
27/03/03 04/04/03	7	1	15.00	46600.00	177.00	263.28	264.11 0.77 0.29
		2	15.10	47300.00	179.00	264.25	
		3	15.10	47400.00	179.00	264.80	
07/05/03 22/05/03	14	1	15.00	43300.00	177.00	244.63	264.60 18.78 7.10
		2	15.00	49900.00	177.00	281.92	
		3	14.90	46500.00	174.00	267.24	
01/04/03 07/05/03	36	1	14.80	44600.00	172.00	259.30	287.39 14.66 5.10
		2	14.90	48300.00	174.00	277.59	
		3	14.90	49100.00	174.00	282.18	
		4	15.10	45600.00	179.00	254.75	
		5	14.80	48000.00	172.00	279.07	
		6	14.90	52300.00	174.00	300.57	
		7	14.85	49950.00	173.00	288.73	
		8	14.90	49950.00	174.00	287.07	
		9	15.10	48900.00	179.00	273.18	
		10	15.10	46500.00	179.00	259.78	
		11	15.10	48500.00	179.00	270.95	
		12	15.20	53700.00	181.00	296.69	
08/04/03 14/05/03	36	13	15.20	51100.00	181.00	282.32	287.39 14.66 5.10
		14	14.95	53500.00	175.00	305.71	
		15	15.00	54300.00	177.00	306.78	
		16	15.05	52300.00	178.00	293.82	
		17	15.05	51700.00	178.00	290.45	
		18	15.00	53700.00	177.00	303.39	
		19	15.00	52700.00	177.00	297.74	
		20	15.50	56500.00	189.00	298.94	
		21	15.50	54400.00	189.00	287.83	
		22	15.50	52300.00	189.00	276.72	
21/04/03 27/05/03	36	23	15.05	51800.00	178.00	291.01	287.39 14.66 5.10
		24	15.05	53900.00	178.00	302.81	
		25	15.00	50900.00	177.00	287.57	
		26	15.15	47900.00	180.00	266.11	
		27	15.05	47900.00	178.00	269.10	
		28	15.10	52200.00	179.00	291.62	
21/04/03 27/05/03	36	29	15.20	54700.00	181.00	302.21	287.39 14.66 5.10
		30	15.05	55900.00	178.00	314.04	

Nota: f_{cd} : Resistencia a la compresión promedio (kg/cm²)
 S : Desviación estandar (kg/cm²)
 C.V : Coeficiente de variación

ENSAYO DE COMPRESION

Norma: NTP 339.034 : 1999

CUADRO E-03

TIPO DE CEMENTO : Portland Tipo I

CANTERA : TRAPICHE(Arena) y GLORIA(Piedra)

RELACION A/C : 0.70

ASENTAMIENTO : 3" - 4"

% ARENA : 0.52

% PIEDRA : 0.48

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO CON AZUFRE							
FECHA: OBTENCION ROTURA	EDAD (dias)	N ° PROBETAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (kg.)	SECCIÓN NORMAL A LA CARGA (cm ²)	f _c (kg/cm ²)	f _{cd} S C.V
27/03/03 04/04/03	7	1	15.00	38200.00	177.00	215.82	212.05
		2	15.00	35900.00	177.00	202.82	8.04
		3	15.00	38500.00	177.00	217.51	3.79
07/05/03 22/05/03	14	1	15.15	43300.00	180.00	240.56	260.19
		2	15.10	49900.00	179.00	278.77	19.13
		3	15.05	46500.00	178.00	261.24	7.35
10/04/03 16/05/03	36	1	15.00	49700.00	177.00	280.79	283.52 12.33 4.35
		2	15.20	52700.00	181.00	291.16	
		3	15.15	50100.00	180.00	278.33	
		4	15.10	52400.00	179.00	292.74	
		5	15.10	48300.00	179.00	269.83	
		6	15.10	48700.00	179.00	272.07	
11/04/03 17/05/03	36	7	15.15	48600.00	180.00	270.00	
		8	15.10	46900.00	179.00	262.01	
		9	15.05	49900.00	178.00	280.34	
		10	14.95	49300.00	175.00	281.71	
		11	15.05	53000.00	178.00	297.75	
		12	14.95	47700.00	175.00	272.57	
		13	15.00	55500.00	177.00	313.56	
		14	14.95	53400.00	175.00	305.14	
		15	15.05	54900.00	178.00	308.43	
		16	14.95	51600.00	175.00	294.86	
		17	14.85	49700.00	173.00	287.28	
		18	15.00	48500.00	177.00	274.01	
14/04/03 20/05/03	36	19	14.90	47000.00	174.00	270.11	
		20	15.05	47900.00	178.00	269.10	
		21	15.00	51400.00	177.00	290.40	
		22	15.20	52000.00	181.00	287.29	
14/04/03 20/05/03	36	23	15.05	51200.00	178.00	287.64	
		24	15.05	50200.00	178.00	282.02	
		25	15.15	47900.00	180.00	266.11	
		26	15.05	49500.00	178.00	278.09	
		27	14.95	50000.00	175.00	285.71	
		28	15.10	50600.00	179.00	282.68	
14/04/03 20/05/03	36	29	15.10	53000.00	179.00	296.09	
		30	15.20	51600.00	181.00	285.08	

Nota: f_{cd} : Resistencia a la compresión promedio (kg/cm²)
 S : Desviación estandar (kg/cm²)
 C.V : Coeficiente de variación

ENSAYO DE COMPRESION

Norma: NTP 339.034 : 1999

CUADRO F-01

TIPO DE CEMENTO : Portland Tipo I
RELACION A/C : 0.60
% ARENA : 0.52

CANTERA : TRAPICHE(Arena) y GLORIA(Piedra)
ASENTAMIENTO: 3" - 4"
% PIEDRA : 0.48

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLA DE COMPRESIÓN							
FECHA: OBTENCION ROTURA	EDAD (dias)	N° PROBETAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (kg.)	SECCIÓN NORMAL A LA CARGA (cm ²)	f _c (kg/cm ²)	f _{co} S C.V
05/05/03 13/05/03	7	1	15.05	48100.00	178.00	270.22	273.74
		2	15.05	48700.00	178.00	273.60	3.59
		3	15.00	49100.00	177.00	277.40	1.31
07/05/03 22/05/03	14	1	15.10	57700.00	179.00	322.35	314.15
		2	15.10	56300.00	179.00	314.53	8.39
		3	15.10	54700.00	179.00	305.59	2.67
14/04/03 20/05/03	36	1	15.00	60500.00	177.00	341.81	341.29 8.70 2.55
		2	15.00	62500.00	177.00	353.11	
		3	15.00	62000.00	177.00	350.28	
4		15.15	63000.00	180.00	350.00		
5		15.15	62900.00	180.00	349.44		
6		15.15	63100.00	180.00	350.56		
7		15.05	61300.00	178.00	344.38		
8		15.10	61900.00	179.00	345.81		
9		15.10	60900.00	179.00	340.22		
10		14.90	57900.00	174.00	332.76		
11		15.10	59400.00	179.00	331.84		
12		15.10	61900.00	179.00	345.81		
13		15.10	62500.00	179.00	349.16		
14		15.20	61900.00	181.00	341.99		
15		15.05	62700.00	178.00	352.25		
16		15.10	60500.00	179.00	337.99		
17		15.10	60600.00	179.00	338.55		
18		15.05	58300.00	178.00	327.53		
19		15.05	62400.00	178.00	350.56		
20		15.10	62500.00	179.00	349.16		
21		15.05	61500.00	178.00	345.51		
22		15.15	58500.00	180.00	325.00		
23		15.05	58900.00	178.00	330.90		
24		15.10	59800.00	179.00	334.08		
25		15.00	60100.00	177.00	339.55		
26		15.15	58500.00	180.00	325.00		
27		14.95	57900.00	175.00	330.86		
28		15.10	60800.00	179.00	339.66		
29		15.00	59400.00	177.00	335.59		
30		15.10	58800.00	179.00	328.49		
15/04/03 21/05/03							
21/04/03 27/05/03							

Nota: f_{cp} : Resistencia a la compresión promedio (kg/cm²)
 S : Desviación estandar (kg/cm²)
 C.V : Coeficiente de variación

ENSAYO DE COMPRESION

Norma: NTP 339.034 : 1999

CUADRO F-02

TIPO DE CEMENTO : Portland Tipo I

RELACION A/C : 0.65

% ARENA : 0.52

CANTERA : TRAPICHE(Arena) y GLORIA(Piedra)

ASENTAMIENTO : 3" - 4"

% PIEDRA : 0.48

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLA DE COMPRESIÓN							
FECHA: OBTENCION ROTURA	EDAD (dias)	N ° PROBETAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (kg.)	SECCIÓN NORMAL A LA CARGA (cm ²)	f _c (kg/cm ²)	f _{cd} S C.V
05/05/03 13/05/03	7	1	15.00	46500.00	177.00	262.71	267.21
		2	15.10	48700.00	179.00	272.07	4.69
		3	15.05	47500.00	178.00	266.85	1.75
07/05/03 22/05/03	14	1	15.00	51300.00	177.00	289.83	289.52
		2	15.05	52500.00	178.00	294.94	5.58
		3	15.10	50800.00	179.00	283.80	1.93
03/04/03 09/05/03	36	1	14.95	56700.00	175.00	324.00	316.94
		2	15.00	55400.00	177.00	312.99	
		3	14.85	55900.00	173.00	323.12	
		4	14.90	58700.00	174.00	337.36	
		5	14.85	57800.00	173.00	334.10	
		6	14.90	57500.00	174.00	330.46	
		7	14.90	54000.00	174.00	310.34	
		8	14.95	55100.00	175.00	314.86	
		9	14.95	55700.00	175.00	318.29	
		10	14.95	54500.00	175.00	311.43	
		11	14.85	52700.00	173.00	304.62	
		12	14.85	52300.00	173.00	302.31	
08/04/03 14/05/03	36	13	14.90	53900.00	174.00	309.77	316.94
		14	15.00	54700.00	177.00	309.04	
		15	15.00	53700.00	177.00	303.39	
09/04/03 15/05/03	36	16	15.20	57100.00	181.00	315.47	316.94
		17	15.00	57300.00	177.00	323.73	
		18	15.00	57700.00	177.00	325.99	
		19	15.00	54800.00	177.00	309.60	
		20	15.15	56700.00	180.00	315.00	
		21	15.05	57300.00	178.00	321.91	
		22	15.20	56800.00	181.00	313.81	
		23	15.15	56900.00	180.00	316.11	
		24	15.05	56900.00	178.00	319.66	
		25	15.00	57700.00	177.00	325.99	
		26	15.05	56300.00	178.00	316.29	
		27	15.10	54300.00	179.00	303.35	
21/04/03 27/05/03	36	28	15.10	54900.00	179.00	306.70	316.94
		29	15.05	57300.00	178.00	321.91	
		30	15.00	55500.00	177.00	313.56	

Nota: f_{cd} : Resistencia a la compresión promedio (kg/cm²)S : Desviación estandar (kg/cm²)

C.V : Coeficiente de variación

ENSAYO DE COMPRESION

Norma: NTP 339.034 : 1999

CUADRO F-03

TIPO DE CEMENTO : Portland Tipo I

CANTERA : TRAPICHE(Arena) y GLORIA(Piedra)

RELACION A/C : 0.70

ASENTAMIENTO: 3" - 4"

% ARENA : 0.52

% PIEDRA : 0.48

DISEÑO DE MEZCLA PATRON: RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLA DE COMPRESIÓN							
FECHA: OBTENCION ROTURA	EDAD (dias)	N ° PROBETAS	DIAMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (kg.)	SECCIÓN NORMAL A LA CARGA (cm ²)	f _c (kg/cm ²)	f _{cp} S C.V
05/05/03 13/05/03	7	1	15.00	42000.00	177.00	237.29	236.96
		2	15.10	41300.00	179.00	230.73	6.07
		3	14.95	42500.00	175.00	242.86	2.56
05/05/03 20/05/03	14	1	15.05	48100.00	178.00	270.22	264.22
		2	15.10	47300.00	179.00	264.25	6.02
		3	15.00	45700.00	177.00	258.19	2.28
07/04/03 13/05/03	36	1	15.05	50900.00	178.00	285.96	300.21
		2	15.00	50300.00	177.00	284.18	
		3	14.95	52400.00	175.00	299.43	
		4	15.05	52300.00	178.00	293.82	
		5	15.05	50700.00	178.00	284.83	
		6	15.00	51500.00	177.00	290.96	
		7	14.85	53000.00	173.00	306.36	
		8	14.80	54000.00	172.00	313.95	
		9	14.85	53100.00	173.00	306.94	
		10	14.95	54100.00	175.00	309.14	
		11	14.90	54600.00	174.00	313.79	
		12	14.90	52000.00	174.00	298.85	
		13	14.80	53200.00	172.00	309.30	
		14	14.80	51900.00	172.00	301.74	
15	14.85	52400.00	173.00	302.89			
09/04/03 15/05/03		16	15.05	50900.00	178.00	285.96	11.26
		17	15.00	50300.00	177.00	284.18	3.75
		18	14.90	49100.00	174.00	282.18	
11/04/03 17/05/03		19	15.00	54500.00	177.00	307.91	
		20	15.10	52700.00	179.00	294.41	
		21	15.15	54500.00	180.00	302.78	
		22	15.00	56700.00	177.00	320.34	
		23	15.10	54500.00	179.00	304.47	
		24	15.00	55500.00	177.00	313.56	
		25	15.10	56100.00	179.00	313.41	
		26	15.20	55100.00	181.00	304.42	
21/04/03 27/05/03		27	15.20	58200.00	181.00	321.55	
		28	15.05	52300.00	178.00	293.82	
		29	15.05	50700.00	178.00	284.83	
		30	15.00	48400.00	177.00	273.45	

Nota: f_{cp} : Resistencia a la compresión promedio (kg/cm²)
 S : Desviación estandar (kg/cm²)
 C.V : Coeficiente de variación

**CALCULO DE LA MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACION
CUADRO E1-01**

RELACION A/C : 0.60

RECUBRIMIENTO CON AZUFRE

DATOS:

N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)
1	285.63	11	312.43	21	324.86
2	286.86	12	312.64	22	330.17
3	292.70	13	314.44	23	330.46
4	302.87	14	315.03	24	332.40
5	303.89	15	316.67	25	332.40
6	304.49	16	317.68	26	333.15
7	305.65	17	319.65	27	335.96
8	305.78	18	322.60	28	336.57
9	306.18	19	324.02	29	336.78
10	311.17	20	324.57	30	338.15

CALCULOS:

K= 6
R= 52.52
C= 9.13

INTERVALO		FRECUENCIA ABSOLUTA f _i	MARCA DE CLASE m _i	f _i m _i	f _i (m _i) ²
LIMITE INFERIOR l _i	LIMITE SUPERIOR l _{i+1}				
285.62	294.75	3	290.19	870.56	252625.37
294.75	303.89	1	299.32	299.32	89592.94
303.89	313.02	8	308.45	2467.64	761154.27
313.02	322.16	5	317.59	1587.94	504312.40
322.16	331.29	6	326.72	1960.33	640485.19
331.29	340.42	7	335.86	2350.99	789596.06
Σ		30		9536.79	3037766.23

$$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n, (i=1, \dots, n) \quad f'_{cp} = 317.89 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{(\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2)}, (i=1 \dots n) \quad S = 14.24 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n) \quad C.V. = 4.48$$

$$R = f'_{cmax} - f'_{cmin}$$

$$C = R/K$$

$$C.V. = S / f'_{cp}$$

Donde:

f'_{cp} =	Resistencia a la compresión pr R:	Rango o Amplitud
f'_c =	Resistencia a la compresión C:	Amplitud de clase
S:	Desviación estandar C.V.:	Coefficiente de variación
K:	Numero de intervalos n:	Número de probetas

CALCULO DE LA MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACION CUADRO E1-02

RELACION A/C : 0.65

RECUBRIMIENTO CON AZUFRE

DATOS:

N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)
1	254.75	11	282.18	21	296.69
2	259.30	12	282.32	22	297.74
3	259.78	13	287.07	23	298.94
4	266.11	14	287.57	24	300.57
5	269.10	15	287.83	25	302.21
6	270.95	16	288.73	26	302.81
7	273.18	17	290.45	27	303.39
8	276.72	18	291.01	28	305.71
9	277.59	19	291.62	29	306.78
10	279.07	20	293.82	30	314.04

CALCULOS:

K= 6
R= 59.29
C= 10.31

INTERVALO		FRECUENCIA ABSOLUTA f _i	MARCA DE CLASE m _i	f _i m _i	f _i (m _i) ²
LIMITE INFERIOR l _i	LIMITE SUPERIOR l _{i+1}				
254.74	265.05	3	259.89	779.68	202636.21
265.05	275.36	4	270.20	1080.82	292042.85
275.36	285.67	5	280.51	1402.57	393443.08
285.67	295.98	8	290.82	2326.60	676632.87
295.98	306.29	8	301.13	2409.08	725457.54
306.29	316.60	2	311.44	622.89	193995.73
Σ		30		8621.65	2484208.28

$$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n, (i=1, \dots, n)$$

$$f'_{cp} = 287.39 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{(\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2)}, (i=1$$

$$S = 14.66 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n)$$

$$C.V = 5.10$$

$$R = f'_{cmax} - f'_{cmin}$$

$$C = R/K$$

$$C.V = S / f'_{cp}$$

Donde:

f'_{cp} = Resistencia a la compresión p R:

Rango o Amplitud

f'_c = Resistencia a la compresión C:

Amplitud de clase

S: Desviación estandar C.V:

Coeficiente de variación

K: Numero de intervalos n:

Número de probetas

**CALCULO DE LA MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACION
CUADRO E1-03**

RELACION A/C : 0.70 RECUBRIMIENTO CON AZUFRE

DATOS:

N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)
1	262.01	11	278.33	21	287.64
2	266.11	12	280.34	22	290.40
3	269.10	13	280.79	23	291.16
4	269.83	14	281.71	24	292.74
5	270.00	15	282.02	25	294.86
6	270.11	16	282.68	26	296.09
7	272.07	17	285.08	27	297.75
8	272.57	18	285.71	28	305.14
9	274.01	19	287.28	29	308.43
10	278.09	20	287.29	30	313.56

CALCULOS:

K= 6
R= 51.55
C= 8.97

INTERVALO		FRECUENCIA ABSOLUTA f _i	MARCA DE CLASE m _i	f _i m _i	f _i (m _i) ²
LIMITE INFERIOR l _i	LIMITE SUPERIOR l _{i+1}				
262.00	270.97	6	266.48	1598.90	426078.11
270.97	279.93	5	275.45	1377.24	379358.11
279.93	288.90	10	284.41	2844.13	808909.79
288.90	297.86	6	293.38	1760.27	516426.56
297.86	306.83	1	302.34	302.34	91411.96
306.83	315.79	2	311.31	622.62	193827.17
Σ		30		8505.51	2416011.70

$$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n, (i=1, \dots, n) \quad f'_{cp} = 283.52 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{(\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2)}, (i=1 \dots n) \quad S = 12.33 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n) \quad C.V = 4.35$$

$$R = f'_{cmax} - f'_{cmin}$$

$$C = R/K$$

$$C.V = S / f'_{cp}$$

Donde:

f'_{cp} =	Resistencia a la compresión p/ R:	Rango o Amplitud
f'_c =	Resistencia a la compresión C:	Amplitud de clase
S:	Desviación estandar C.V:	Coefficiente de variación
K:	Numero de intervalos n:	Número de probetas

**CALCULO DE LA MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACION
CUADRO F1-01**

RELACION A/C : 0.60

RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION.

DATOS:

N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)
1	325.00	11	337.99	21	345.81
2	325.00	12	338.55	22	349.16
3	327.53	13	339.55	23	349.16
4	328.49	14	339.66	24	349.44
5	330.86	15	340.22	25	350.00
6	330.90	16	341.81	26	350.28
7	331.84	17	341.99	27	350.56
8	332.76	18	344.38	28	350.56
9	334.08	19	345.51	29	352.25
10	335.59	20	345.81	30	353.11

CALCULOS:

K= 6
R= 28.11
C= 4.80

INTERVALO		FRECUENCIA ABSOLUTA f _i	MARCA DE CLASE m _i	f _i m _i	f _i (m _i) ²
LIMITE INFERIOR l _i	LIMITE SUPERIOR l _{i+1}				
324.99	329.79	4	327.39	1309.55	428730.42
329.79	334.58	5	332.18	1660.91	551726.50
334.58	339.38	3	336.98	1010.93	340661.95
339.38	344.17	5	341.77	1708.86	584043.26
344.17	348.97	4	346.57	1386.27	480437.23
348.97	353.76	9	351.36	3162.27	1111103.52
Σ		30		10238.80	3496702.88

$$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n, (i=1, \dots, n)$$

$$f'_{cp} = 341.29 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{(\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2)}, (i=1$$

$$S = 8.70 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n)$$

$$C.V = 2.55$$

$$R = f'_{cmax} - f'_{cmin}$$

$$C = R/K$$

$$C.V = S / f'_{cp}$$

Donde:

f'_{cp} =	Resistencia a la compresión pr R:	Rango o Amplitud
f'_c =	Resistencia a la compresión C:	Amplitud de clase
S:	Desviación estandar C.V:	Coficiente de variación
K:	Numero de intervalos n:	Número de probetas

**CALCULO DE LA MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACION
CUADRO F1-02**

RELACION A/C : 0.65

RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION.

DATOS:

N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)
1	302.31	11	312.99	21	321.91
2	303.35	12	313.56	22	321.91
3	303.39	13	313.81	23	323.12
4	304.62	14	314.86	24	323.73
5	306.70	15	315.00	25	324.00
6	309.04	16	315.47	26	325.99
7	309.60	17	316.11	27	325.99
8	309.77	18	316.29	28	330.46
9	310.34	19	318.29	29	334.10
10	311.43	20	319.66	30	337.36

CALCULOS:

K= 6
R= 35.05
C= 6.10

INTERVALO		FRECUENCIA ABSOLUTA f _i	MARCA DE CLASE m _i	f _i m _i	f _i (m _i) ²
LIMITE INFERIOR l _i	LIMITE SUPERIOR l _{i+1}				
302.30	308.40	5	305.35	1526.75	466191.51
308.40	314.50	8	311.45	2491.59	776000.96
314.50	320.60	7	317.55	2222.83	705854.33
320.60	326.70	7	323.65	2265.52	733228.58
326.70	332.79	1	329.75	329.75	108731.94
332.79	338.89	2	335.84	671.69	225582.68
Σ		30		9508.12	3015590.00

$$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n, (i=1, \dots, n)$$

$$f'_{cp} = 316.94 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{(\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2)}, (i=1$$

$$S = 8.38 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n)$$

$$C.V. = 2.65$$

$$R = f'_{c_{max}} - f'_{c_{min}}$$

$$C = R/K$$

$$C.V. = S / f'_{cp}$$

Donde:

f'_{cp} =	Resistencia a la compresión p _r R:	Rango o Amplitud
f'_c =	Resistencia a la compresión C:	Amplitud de clase
S:	Desviación estandar C.V:	Coefficiente de variación
K:	Numero de intervalos n:	Número de probetas

**CALCULO DE LA MEDIA, DESVIACION ESTANDAR Y COEFICIENTE DE VARIACION
CUADRO F1-03**

RELACION A/C : 0.70

RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION.

DATOS:

N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)	N ° PROBETAS	f _c (kg/cm ²)
1	273.45	11	293.82	21	306.94
2	282.18	12	294.41	22	307.91
3	284.18	13	298.85	23	309.14
4	284.18	14	299.43	24	309.30
5	284.83	15	301.74	25	313.41
6	284.83	16	302.78	26	313.56
7	285.96	17	302.89	27	313.79
8	285.96	18	304.42	28	313.95
9	290.96	19	304.47	29	320.34
10	293.82	20	306.36	30	321.55

CALCULOS:

K= 6
R= 48.10
C= 8.37

INTERVALO		FRECUENCIA ABSOLUTA f _i	MARCA DE CLASE m _i	f _i m _i	f _i (m _i) ²
LIMITE INFERIOR l _i	LIMITE SUPERIOR l _{i+1}				
273.44	281.81	1	277.62	277.62	77074.54
281.81	290.17	7	285.99	2001.92	572528.06
290.17	298.54	4	294.36	1177.42	346579.57
298.54	306.90	8	302.72	2421.77	733120.33
306.90	315.27	8	311.09	2488.70	774201.37
315.27	323.64	2	319.45	638.91	204100.56
Σ		30		9006.34	2707604.44

$$f'_{cp} = \sum f_i m_i / n, (i=1, \dots, n)$$

$$f'_{cp} = 300.21 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \sqrt{(\sum f_i (m_i)^2 / n - f'_{cp}{}^2)}, (i=1$$

$$S = 11.26 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 1 + 3.2 \times \text{Log}(n)$$

$$C.V = 3.75$$

$$R = f'_{cmax} - f'_{cmin}$$

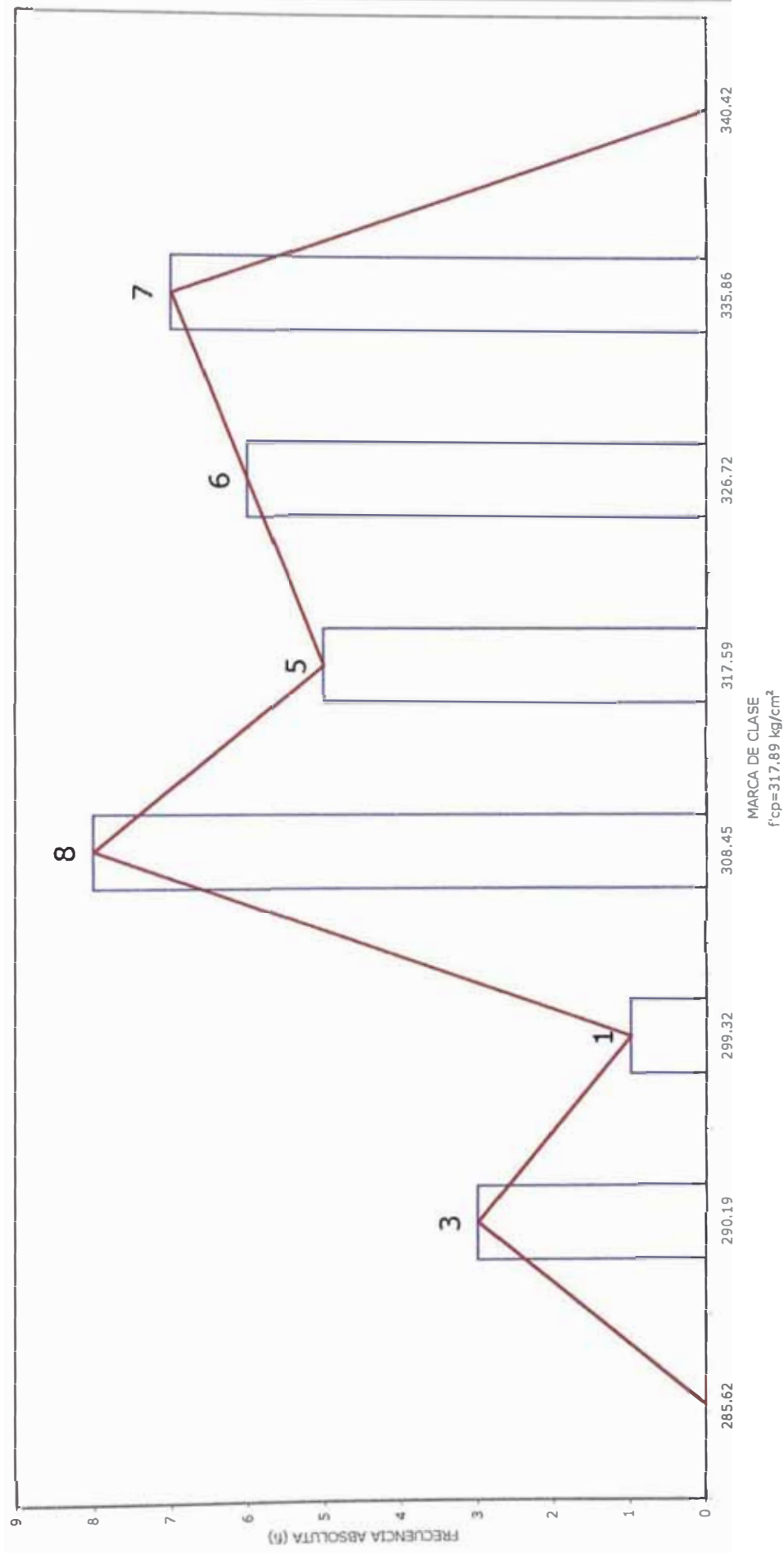
$$C = R/K$$

$$C.V = S / f'_{cp}$$

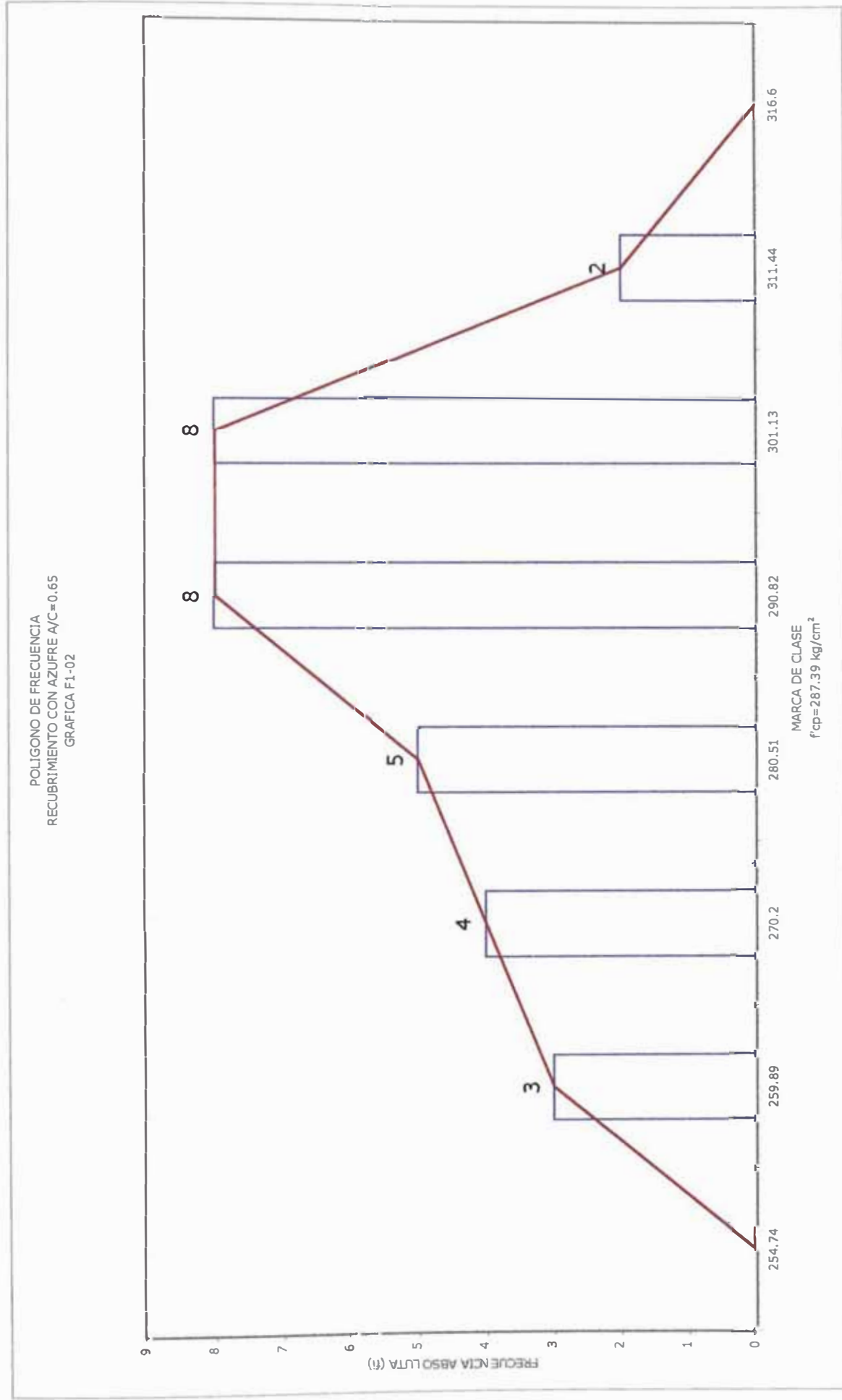
Donde:

f'_{cp} =	Resistencia a la compresión pr R:	Rango o Amplitud
f'_c =	Resistencia a la compresión C:	Amplitud de clase
S:	Desviación estandar C.V:	Coficiente de variación
K:	Numero de intervalos n:	Número de probetas

POLIGONO DE FRECUENCIA
 RECUBRIMIENTO CON AZUFRE A/C=0.60
 GRAFICA F1-01

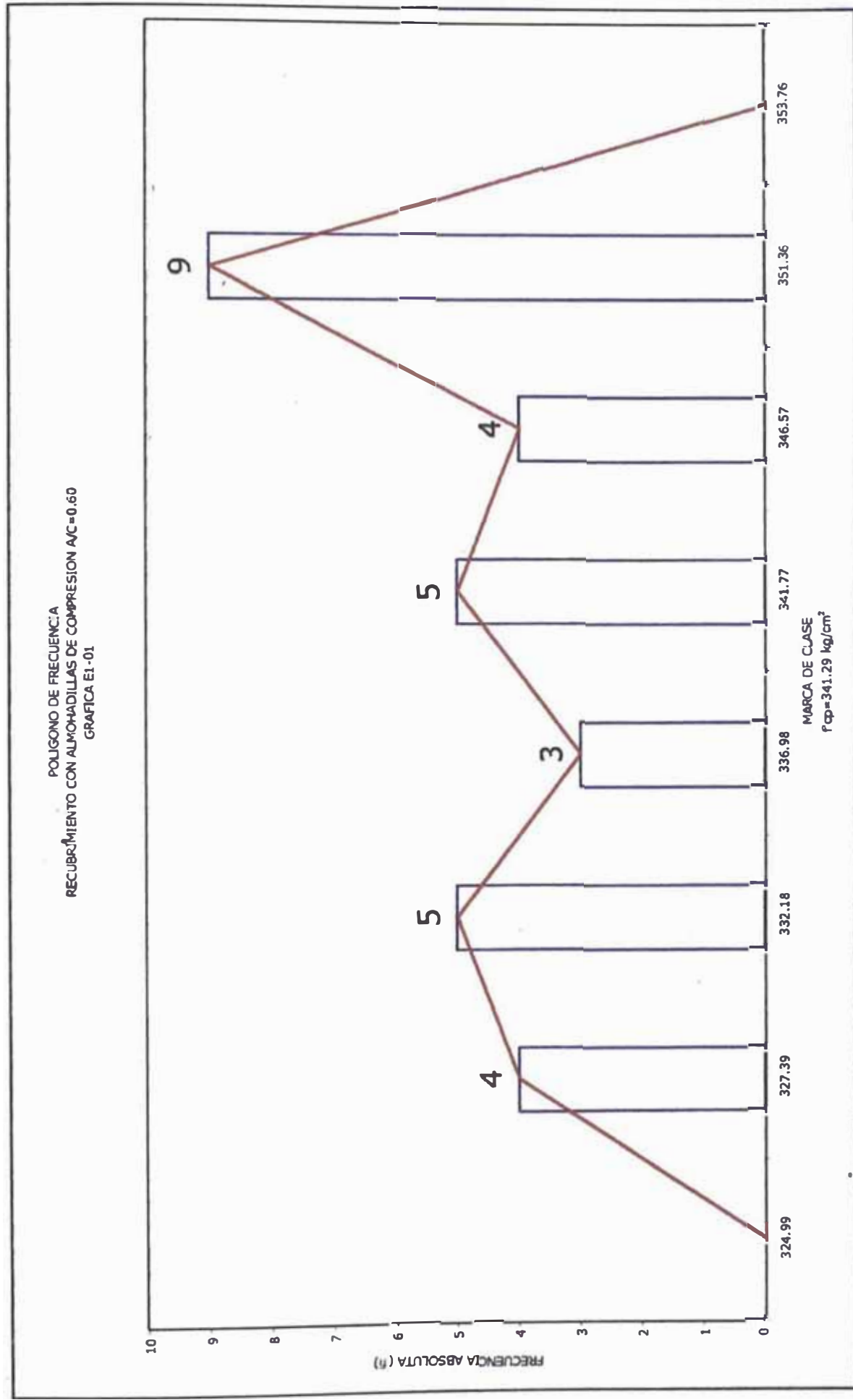


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

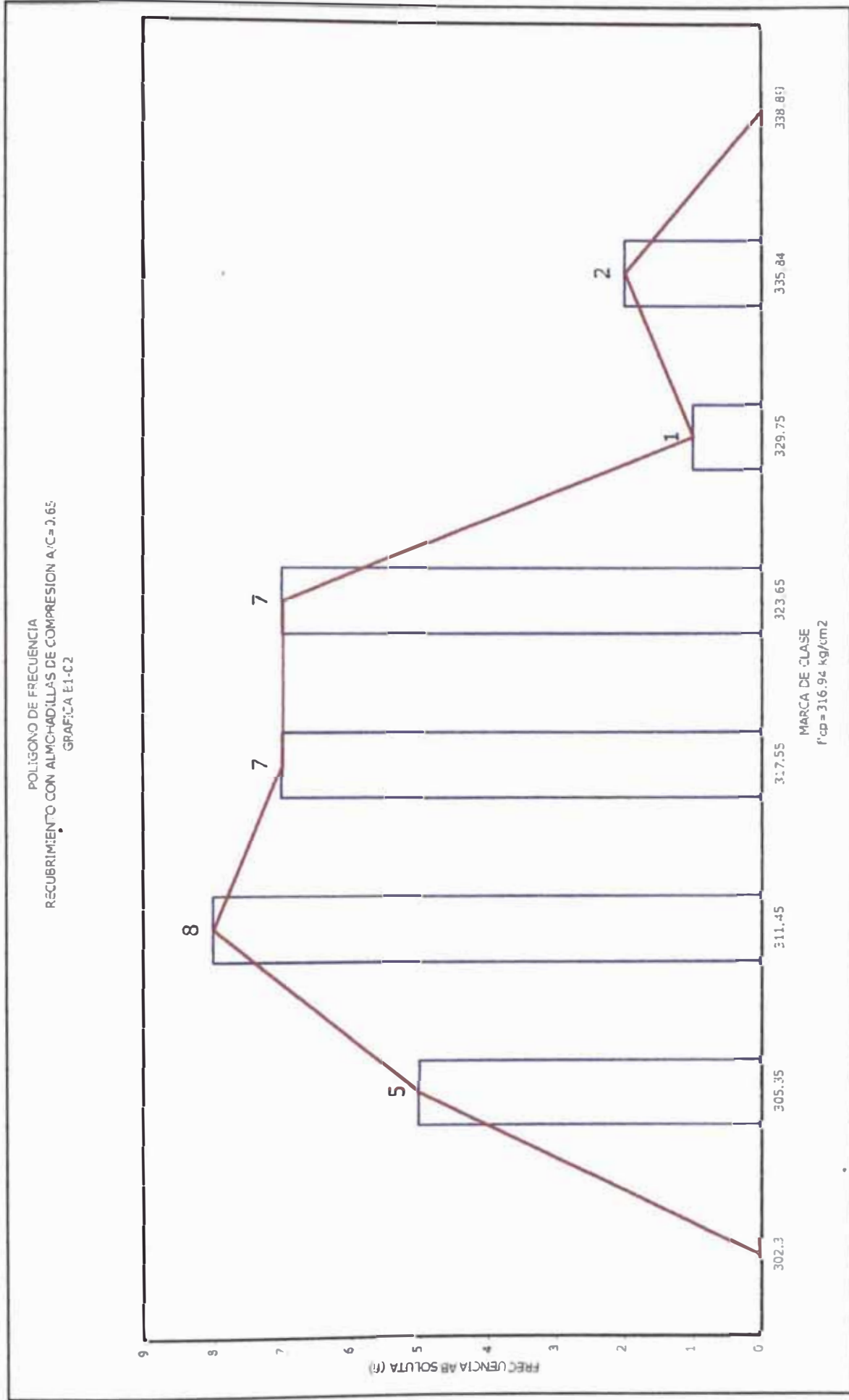


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

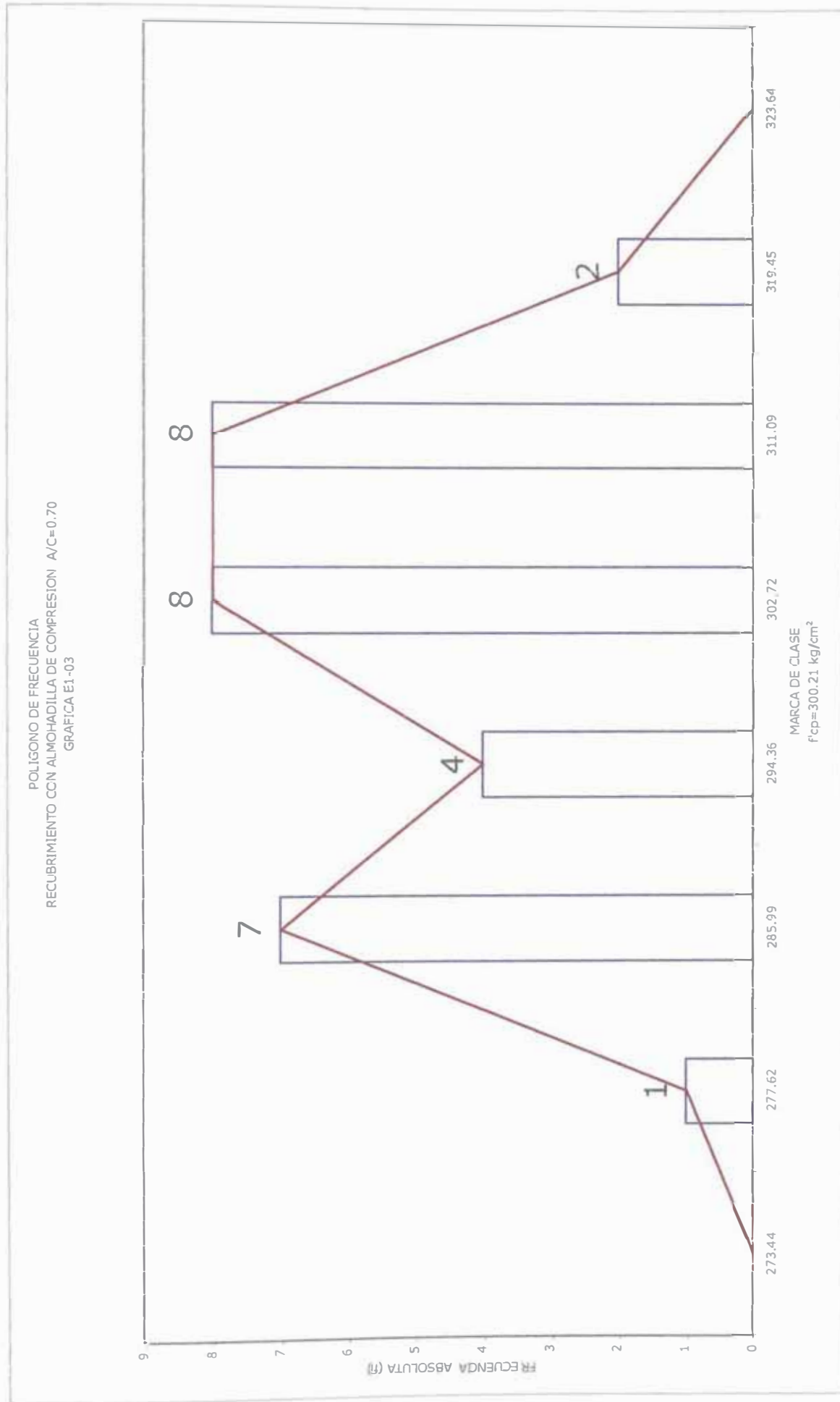




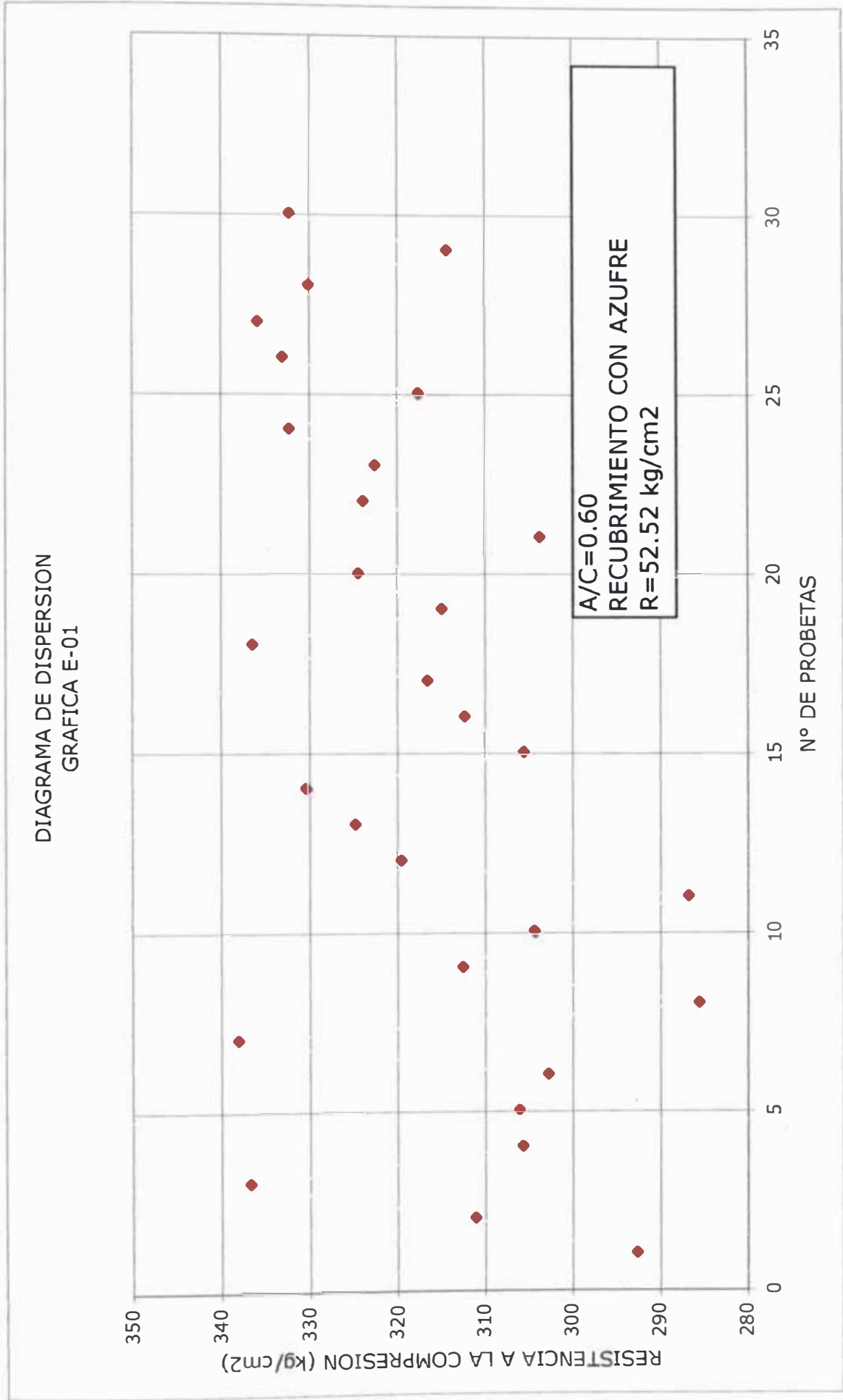
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

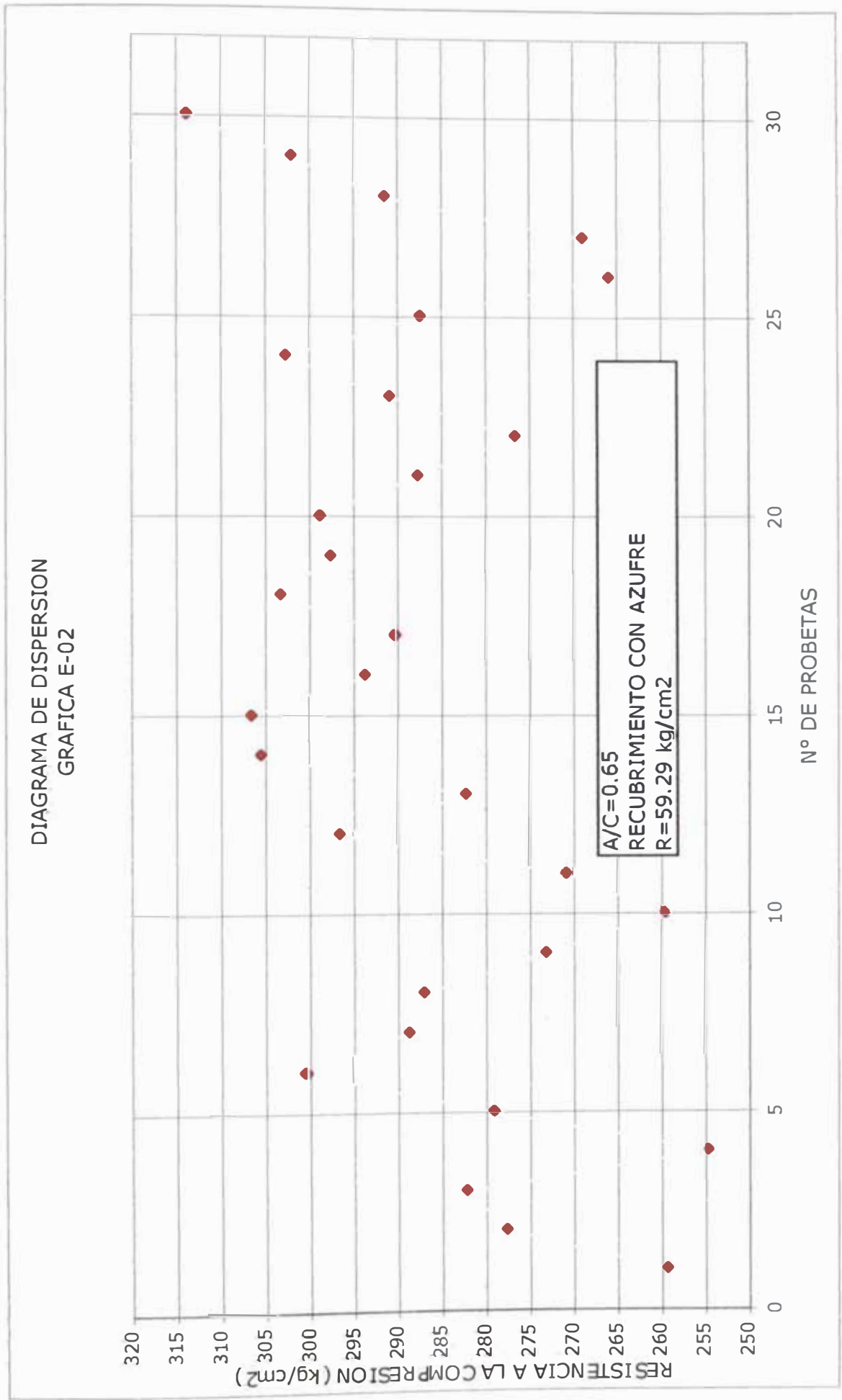


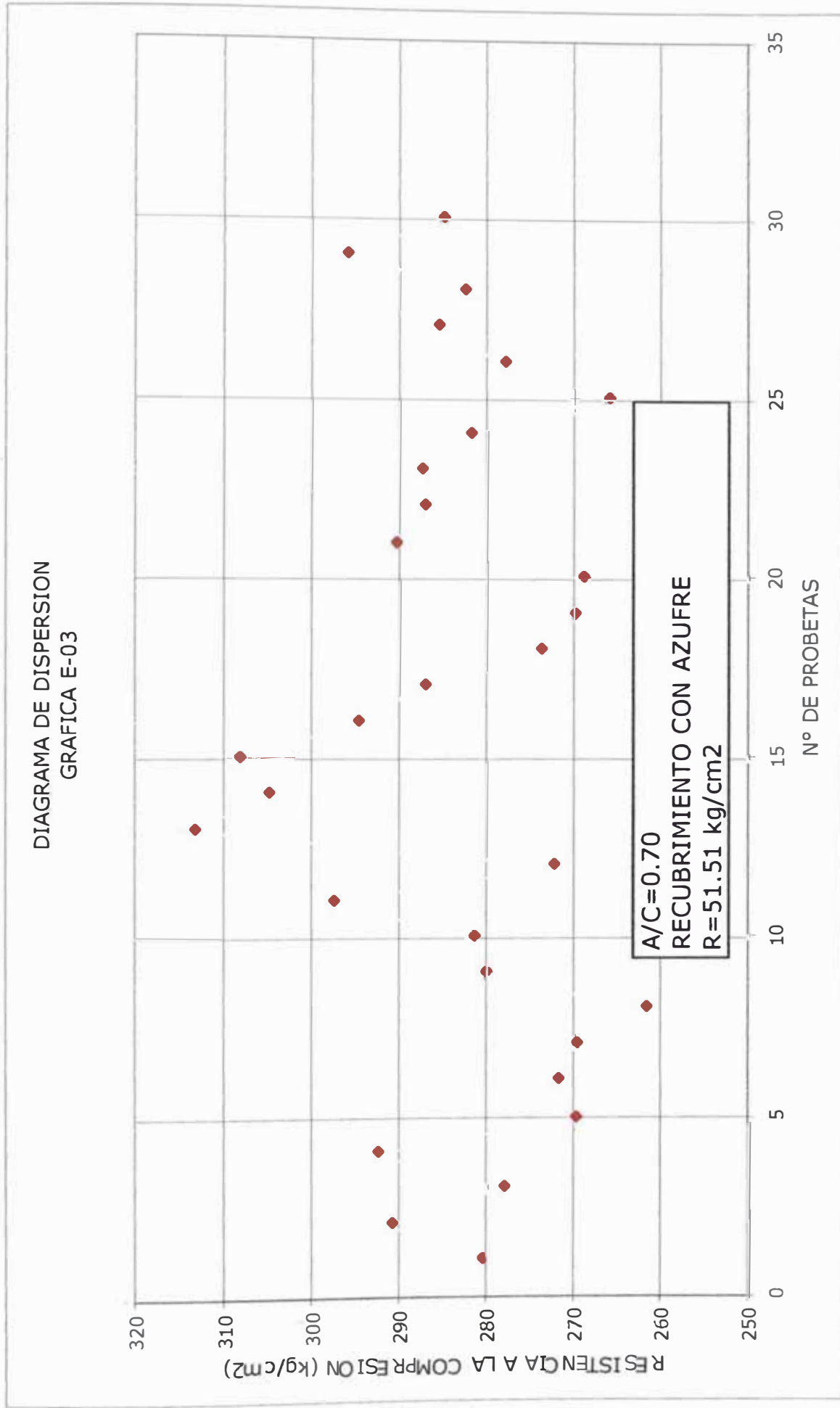
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



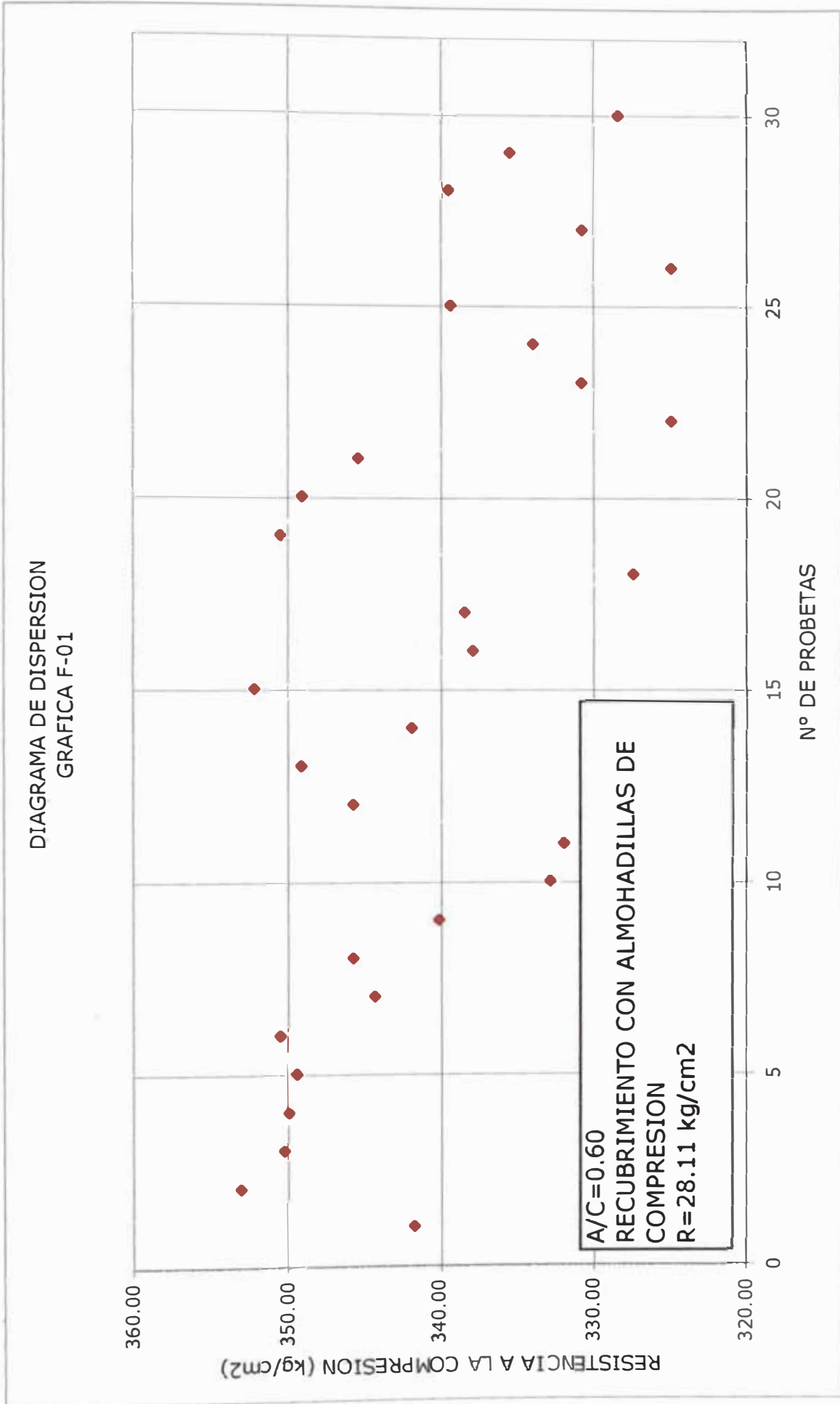
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

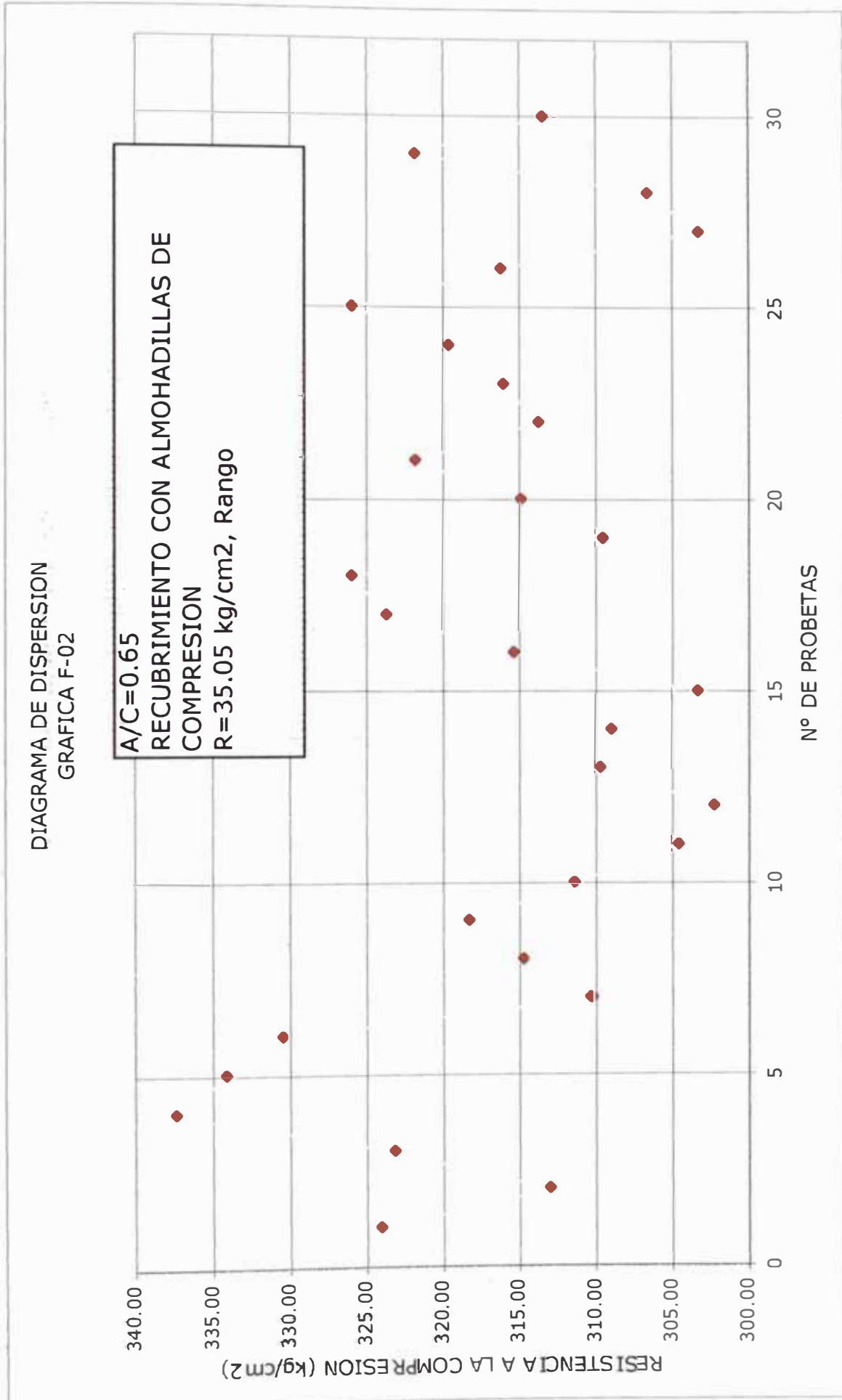




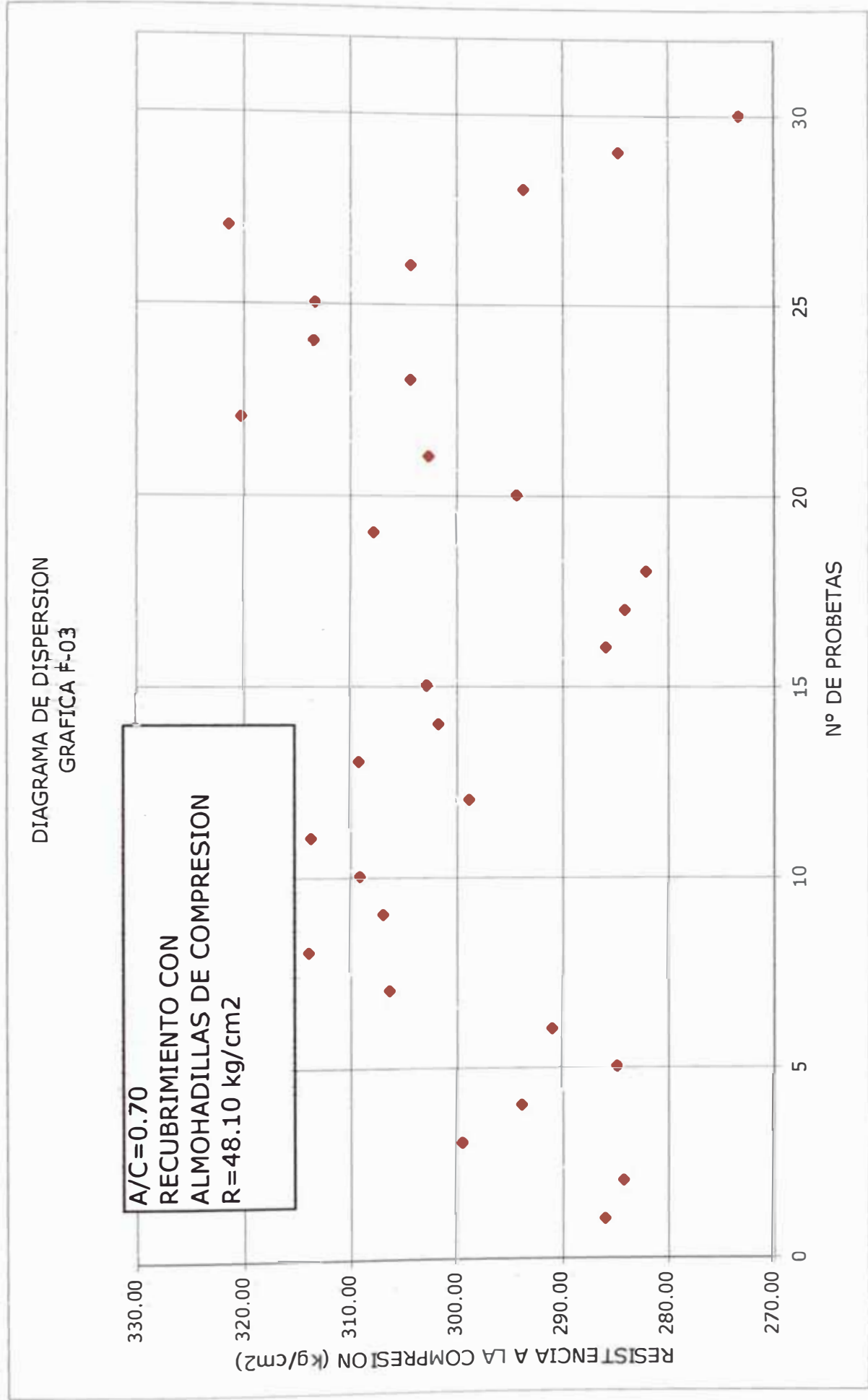


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS





TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G1-01

Edad (días)	36	Rotura f'c (kg/cm ²)	326.40	D1	0.50x10 ⁻⁴
Diámetro (cm)	15.05	E2=0.40xf'c (kg/cm ²)	130.56	MEE (kg/cm ²)	232,342.54
Area (cm ²)	178	D2	5.46x10 ⁻⁴	A/C	0.60
Carga máx (kg)	58100	E1 (kg/cm ²)	15.32		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.000000
2000	11.24	0.50	0.30	0.40	0.30	0.000030
4000	22.47	1.10	0.80	0.95	0.85	0.000085
6000	33.71	1.50	1.30	1.40	1.30	0.000130
8000	44.94	1.90	1.60	1.75	1.65	0.000165
10000	56.18	2.40	2.10	2.25	2.15	0.000215
12000	67.42	3.10	2.60	2.85	2.75	0.000275
14000	78.65	3.80	3.10	3.45	3.35	0.000335
16000	89.89	4.50	3.40	3.95	3.85	0.000385
18000	101.12	5.00	3.90	4.45	4.35	0.000435
20000	112.36	5.50	4.30	4.90	4.80	0.000480
22000	123.60	6.00	4.50	5.25	5.15	0.000515
24000	134.83	6.60	4.90	5.75	5.65	0.000565
26000	146.07	7.40	5.80	6.60	6.50	0.000650
28000	157.30	8.10	6.60	7.35	7.25	0.000725
30000	168.54	8.90	7.30	8.10	8.00	0.000800
32000	179.78	10.20	8.00	9.10	9.00	0.000900
34000	191.01	11.00	8.60	9.80	9.70	0.000970
36000	202.25	11.90	9.30	10.60	10.50	0.001050
38000	213.48	12.80	9.90	11.35	11.25	0.001125
40000	224.72	13.20	10.60	11.90	11.80	0.001180
42000	235.96	13.90	11.20	12.55	12.45	0.001245
44000	247.19	15.10	11.90	13.50	13.40	0.001340
46000	258.43	15.90	12.50	14.20	14.10	0.001410
48000	269.66	16.50	13.20	14.85	14.75	0.001475
50000	280.90	18.20	13.90	16.05	15.95	0.001595
52000	292.13	19.00	14.80	16.90	16.80	0.001680
54000	303.37	20.60	16.00	18.30	18.20	0.001820
56000	314.61	22.60	17.30	19.95	19.85	0.001985
58000	325.84	25.90	18.40	22.15	22.05	0.002205

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G1-02**

Edad (dias)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	338.12	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.2	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	135.25	MEE (kg/cm ²)	222,554.82
Area (cm ²)	181	D2	5.88×10^{-4}	A/C	0.60
Carga máx (kg)	61200	E1 (kg/cm ²)	15.47		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM ²	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	-0.10	0.00	-0.05	0.00	0.000000
2000	11.05	0.40	0.10	0.25	0.30	0.000030
4000	22.10	1.20	0.30	0.75	0.80	0.000080
6000	33.15	1.50	0.50	1.00	1.05	0.000105
8000	44.20	1.90	0.95	1.43	1.48	0.000148
10000	55.25	2.40	1.40	1.90	1.95	0.000195
12000	66.30	2.80	1.75	2.28	2.33	0.000233
14000	77.35	3.60	2.25	2.93	2.98	0.000298
16000	88.40	4.50	2.60	3.55	3.60	0.000360
18000	99.45	5.00	3.15	4.08	4.13	0.000413
20000	110.50	5.50	3.50	4.50	4.55	0.000455
22000	121.55	6.40	4.10	5.25	5.30	0.000530
24000	132.60	7.00	4.40	5.70	5.75	0.000575
26000	143.65	7.60	4.90	6.25	6.30	0.000630
28000	154.70	8.40	5.40	6.90	6.95	0.000695
30000	165.75	9.10	5.90	7.50	7.55	0.000755
32000	176.80	9.70	6.40	8.05	8.10	0.000810
34000	187.85	10.30	6.90	8.60	8.65	0.000865
36000	198.90	11.40	7.50	9.45	9.50	0.000950
38000	209.94	12.10	8.20	10.15	10.20	0.001020
40000	220.99	12.90	8.80	10.85	10.90	0.001090
42000	232.04	13.90	9.40	11.65	11.70	0.001170
44000	243.09	14.40	10.20	12.30	12.35	0.001235
46000	254.14	15.60	11.00	13.30	13.35	0.001335
48000	265.19	16.60	11.80	14.20	14.25	0.001425
50000	276.24	17.80	12.70	15.25	15.30	0.001530
52000	287.29	18.9	13.80	16.35	16.40	0.001640
54000	298.34	20.4	15.40	17.90	17.95	0.001795
56000	309.39	22.5	16.60	19.55	19.60	0.001960
58000	320.44	23.6	17.80	20.70	20.75	0.002075
60000	331.5	25.6	18.90	22.25	22.30	0.002230

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G1-03

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	337.64	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.05	$E2 = 0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	135.06	MEE (kg/cm ²)	230,666.93
Area (cm ²)	178	D2	5.46×10^{-4}	A/C	0.60
Carga máx (kg)	60100	E1 (kg/cm ²)	20.60		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	-0.10	0.10	0.00	0.00	0.000000
2000	11.24	0.40	0.10	0.25	0.25	0.000025
4000	22.47	0.80	0.30	0.55	0.55	0.000055
6000	33.71	1.00	0.50	0.75	0.75	0.000075
8000	44.94	1.50	1.00	1.25	1.25	0.000125
10000	56.18	2.20	1.70	1.95	1.95	0.000195
12000	67.42	2.60	2.10	2.35	2.35	0.000235
14000	78.65	3.20	2.20	2.70	2.70	0.000270
16000	89.89	3.90	2.70	3.30	3.30	0.000330
18000	101.12	4.60	3.10	3.85	3.85	0.000385
20000	112.36	5.30	3.60	4.45	4.45	0.000445
22000	123.60	5.80	4.30	5.05	5.05	0.000505
24000	134.83	6.40	4.50	5.45	5.45	0.000545
26000	146.07	7.00	5.10	6.05	6.05	0.000605
28000	157.30	7.60	5.60	6.60	6.60	0.000660
30000	168.54	8.40	6.00	7.20	7.20	0.000720
32000	179.78	9.10	6.80	7.95	7.95	0.000795
34000	191.01	9.70	7.30	8.50	8.50	0.000850
36000	202.25	10.80	7.90	9.35	9.35	0.000935
38000	213.48	11.50	8.40	9.95	9.95	0.000995
40000	224.72	12.50	9.10	10.80	10.80	0.001080
42000	235.96	12.90	10.20	11.55	11.55	0.001155
44000	247.19	14.00	10.90	12.45	12.45	0.001245
46000	258.43	15.20	11.70	13.45	13.45	0.001345
48000	269.66	16.50	12.80	14.65	14.65	0.001465
50000	280.90	17.80	13.50	15.65	15.65	0.001565
52000	292.13	19.00	14.60	16.80	16.80	0.001680
54000	303.37	21.50	15.80	18.65	18.65	0.001865
56000	314.61	23.90	16.50	20.20	20.20	0.002020
58000	325.84	26.00	19.30	22.65	22.65	0.002265
60000	337.08	28.10	21.50	24.80	24.80	0.002480

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G1-04**

Edad (dias)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	338.55	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.1	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	135.42	MEE (kg/cm ²)	222,068.73
Area (cm ²)	179	D2	5.47×10^{-4}	A/C	0.60
Carga máx (kg)	60600	E1 (kg/cm ²)	25.14		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.15	0.00	0.08	0.00	0.000000
2000	11.17	0.20	0.10	0.15	0.08	0.000008
4000	22.35	0.85	0.20	0.53	0.45	0.000045
6000	33.52	1.05	0.40	0.73	0.65	0.000065
8000	44.69	1.40	0.90	1.15	1.08	0.000108
10000	55.87	2.10	1.60	1.85	1.78	0.000178
12000	67.04	2.50	2.00	2.25	2.18	0.000218
14000	78.21	3.30	2.20	2.75	2.68	0.000268
16000	89.39	4.10	2.70	3.40	3.33	0.000333
18000	100.56	4.70	3.10	3.90	3.83	0.000383
20000	111.73	5.30	3.60	4.45	4.38	0.000438
22000	122.91	5.80	4.20	5.00	4.93	0.000493
24000	134.08	6.30	4.50	5.40	5.33	0.000533
26000	145.25	6.90	5.00	5.95	5.88	0.000588
28000	156.42	7.80	5.50	6.65	6.58	0.000658
30000	167.60	8.40	5.90	7.15	7.08	0.000708
32000	178.77	9.00	6.60	7.80	7.73	0.000773
34000	189.94	9.60	7.20	8.40	8.33	0.000833
36000	201.12	10.70	7.80	9.25	9.18	0.000918
38000	212.29	11.80	8.60	10.20	10.13	0.001013
40000	223.46	12.40	9.30	10.85	10.78	0.001078
42000	234.64	12.80	10.50	11.65	11.58	0.001158
44000	245.81	13.80	11.00	12.40	12.33	0.001233
46000	256.98	14.80	11.60	13.20	13.13	0.001313
48000	268.16	16.20	12.80	14.50	14.43	0.001443
50000	279.33	17.10	13.60	15.35	15.28	0.001528
52000	290.50	18.90	14.50	16.70	16.63	0.001663
54000	301.68	21.80	15.90	18.85	18.78	0.001878
56000	312.85	23.90	16.50	20.20	20.13	0.002013
58000	324.02	26.00	19.00	22.50	22.43	0.002243
60000	335.20	28.60	21.20	24.90	24.83	0.002483

RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G2-01

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	309.94	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.2	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	123.98	MEE (kg/cm ²)	218,309.62
Area (cm ²)	181	D2	5.52×10^{-4}	A/C	0.65
Carga máx (kg)	56100	E1 (kg/cm ²)	14.36		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.10	0.30	0.20	0.00	0.000000
2000	11.05	0.50	0.60	0.55	0.35	0.000035
4000	22.10	1.20	0.90	1.05	0.85	0.000085
6000	33.15	1.50	1.30	1.40	1.20	0.000120
8000	44.20	1.90	1.70	1.80	1.60	0.000160
10000	55.25	2.40	2.20	2.30	2.10	0.000210
12000	66.30	2.90	2.70	2.80	2.60	0.000260
14000	77.35	3.60	3.20	3.40	3.20	0.000320
16000	88.40	4.30	3.50	3.90	3.70	0.000370
18000	99.45	4.80	4.00	4.40	4.20	0.000420
20000	110.50	5.50	4.50	5.00	4.80	0.000480
22000	121.55	6.20	5.00	5.60	5.40	0.000540
24000	132.60	6.80	5.50	6.15	5.95	0.000595
26000	143.65	7.30	6.00	6.65	6.45	0.000645
28000	154.70	8.20	6.50	7.35	7.15	0.000715
30000	165.75	8.90	7.00	7.95	7.75	0.000775
32000	176.80	9.50	7.60	8.55	8.35	0.000835
34000	187.85	10.30	8.30	9.30	9.10	0.000910
36000	198.90	11.10	8.80	9.95	9.75	0.000975
38000	209.94	11.90	9.60	10.75	10.55	0.001055
40000	220.99	12.70	10.20	11.45	11.25	0.001125
42000	232.04	13.60	10.90	12.25	12.05	0.001205
44000	243.09	14.50	11.70	13.10	12.90	0.001290
46000	254.14	15.40	12.40	13.90	13.70	0.001370
48000	265.19	16.30	13.10	14.70	14.50	0.001450
50000	276.24	17.40	14.10	15.75	15.55	0.001555
52000	287.29	18.7	15.00	16.85	16.65	0.001665
54000	298.34	20.1	16.10	18.10	17.90	0.001790
56000	309.39	21.9	17.50	19.70	19.50	0.001950

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G2-02

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	302.23	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.1	$E2 = 0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	120.89	MEE (kg/cm ²)	224,856.85
Area (cm ²)	179	D2	4.51×10^{-4}	A/C	0.65
Carga máx (kg)	54100	E1 (kg/cm ²)	30.73		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.30	0.10	0.20	0.00	0.000000
2000	11.17	0.40	0.15	0.28	0.08	0.000008
4000	22.35	0.60	0.20	0.40	0.20	0.000020
6000	33.52	1.00	0.60	0.80	0.60	0.000060
8000	44.69	1.30	1.00	1.15	0.95	0.000095
10000	55.87	2.00	1.50	1.75	1.55	0.000155
12000	67.04	2.60	1.80	2.20	2.00	0.000200
14000	78.21	3.30	2.30	2.80	2.60	0.000260
16000	89.39	3.90	2.70	3.30	3.10	0.000310
18000	100.56	4.50	3.20	3.85	3.65	0.000365
20000	111.73	5.00	3.60	4.30	4.10	0.000410
22000	122.91	5.60	4.00	4.80	4.60	0.000460
24000	134.08	6.50	4.70	5.60	5.40	0.000540
26000	145.25	6.90	5.00	5.95	5.75	0.000575
28000	156.42	7.60	5.50	6.55	6.35	0.000635
30000	167.60	8.00	6.00	7.00	6.80	0.000680
32000	178.77	8.90	6.50	7.70	7.50	0.000750
34000	189.94	9.60	7.00	8.30	8.10	0.000810
36000	201.12	10.30	7.60	8.95	8.75	0.000875
38000	212.29	10.90	8.20	9.55	9.35	0.000935
40000	223.46	12.10	8.90	10.50	10.30	0.001030
42000	234.64	12.90	9.50	11.20	11.00	0.001100
44000	245.81	13.80	10.30	12.05	11.85	0.001185
46000	256.98	14.60	11.10	12.85	12.65	0.001265
48000	268.16	15.90	11.90	13.90	13.70	0.001370
50000	279.33	17.00	12.80	14.90	14.70	0.001470
52000	290.50	18.9	14.00	16.45	16.25	0.001625
54000	301.68	21.5	15.50	18.50	18.30	0.001830

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G2-03

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	306.11	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.15	$E2 = 0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	122.44	MEE (kg/cm ²)	217,281.51
Area (cm ²)	180	D2	5.56×10^{-4}	A/C	0.65
Carga máx (kg)	55100	E1 (kg/cm ²)	12.50		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.000000
2000	11.11	0.50	0.50	0.50	0.40	0.000040
4000	22.22	1.40	1.20	1.30	1.20	0.000120
6000	33.33	1.90	1.70	1.80	1.70	0.000170
8000	44.44	2.20	2.00	2.10	2.00	0.000200
10000	55.56	2.70	2.40	2.55	2.45	0.000245
12000	66.67	3.30	2.90	3.10	3.00	0.000300
14000	77.78	4.00	3.70	3.85	3.75	0.000375
16000	88.89	4.60	3.90	4.25	4.15	0.000415
18000	100.00	5.00	4.30	4.65	4.55	0.000455
20000	111.11	5.50	4.80	5.15	5.05	0.000505
22000	122.22	6.20	5.10	5.65	5.55	0.000555
24000	133.33	6.70	5.60	6.15	6.05	0.000605
26000	144.44	7.30	6.40	6.85	6.75	0.000675
28000	155.56	8.50	7.10	7.80	7.70	0.000770
30000	166.67	9.30	7.50	8.40	8.30	0.000830
32000	177.78	9.90	7.90	8.90	8.80	0.000880
34000	188.89	10.60	8.50	9.55	9.45	0.000945
36000	200.00	11.40	9.00	10.20	10.10	0.001010
38000	211.11	12.20	9.90	11.05	10.95	0.001095
40000	222.22	13.00	10.60	11.80	11.70	0.001170
42000	233.33	13.90	11.20	12.55	12.45	0.001245
44000	244.44	14.90	12.10	13.50	13.40	0.001340
46000	255.56	15.70	12.80	14.25	14.15	0.001415
48000	266.67	16.60	13.40	15.00	14.90	0.001490
50000	277.78	17.80	14.30	16.05	15.95	0.001595
52000	288.89	19	15.30	17.15	17.05	0.001705
54000	300.00	20.5	16.50	18.50	18.40	0.001840

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G2-04**

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	304.49	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.05	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	121.80	MEE (kg/cm ²)	223,664.99
Area (cm ²)	178	D2	4.86×10^{-4}	A/C	0.65
Carga máx (kg)	54200	E1 (kg/cm ²)	24.19		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.10	-0.02	0.04	0.00	0.000000
2000	11.24	0.30	0.00	0.15	0.11	0.000011
4000	22.47	0.75	0.20	0.48	0.44	0.000044
6000	33.71	1.20	0.60	0.90	0.86	0.000086
8000	44.94	1.45	1.10	1.28	1.24	0.000124
10000	56.18	2.10	1.70	1.90	1.86	0.000186
12000	67.42	2.70	2.00	2.35	2.31	0.000231
14000	78.65	3.50	2.30	2.90	2.86	0.000286
16000	89.89	4.00	2.80	3.40	3.36	0.000336
18000	101.12	4.70	3.20	3.95	3.91	0.000391
20000	112.36	5.20	3.60	4.40	4.36	0.000436
22000	123.60	5.80	4.20	5.00	4.96	0.000496
24000	134.83	6.40	4.60	5.50	5.46	0.000546
26000	146.07	6.90	5.00	5.95	5.91	0.000591
28000	157.30	7.80	5.50	6.65	6.61	0.000661
30000	168.54	8.30	6.10	7.20	7.16	0.000716
32000	179.78	9.00	6.70	7.85	7.81	0.000781
34000	191.01	9.60	7.20	8.40	8.36	0.000836
36000	202.25	10.80	7.80	9.30	9.26	0.000926
38000	213.48	11.90	8.30	10.10	10.06	0.001006
40000	224.72	12.30	9.00	10.65	10.61	0.001061
42000	235.96	12.90	9.60	11.25	11.21	0.001121
44000	247.19	14.00	10.40	12.20	12.16	0.001216
46000	258.43	14.90	11.20	13.05	13.01	0.001301
48000	269.66	16.20	12.10	14.15	14.11	0.001411
50000	280.90	17.30	12.90	15.10	15.06	0.001506
52000	292.13	19.00	14.40	16.70	16.66	0.001666
54000	303.37	21.30	15.60	18.45	18.41	0.001841

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G3-01

Edad (dias)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	289.33	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.05	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	115.73	MEE (kg/cm ²)	209,878.33
Area (cm ²)	178	D2	4.77×10^{-4}	A/C	0.70
Carga máx (kg)	51500	E1 (kg/cm ²)	26.22		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.10	-0.20	-0.05	0.00	0.000000
2000	11.24	0.30	0.00	0.15	0.20	0.000020
4000	22.47	0.60	0.10	0.35	0.40	0.000040
6000	33.71	1.00	0.30	0.65	0.70	0.000070
8000	44.94	1.70	1.10	1.40	1.45	0.000145
10000	56.18	2.40	1.60	2.00	2.05	0.000205
12000	67.42	3.00	2.10	2.55	2.60	0.000260
14000	78.65	3.50	2.50	3.00	3.05	0.000305
16000	89.89	4.00	3.00	3.50	3.55	0.000355
18000	101.12	4.50	3.50	4.00	4.05	0.000405
20000	112.36	5.10	4.00	4.55	4.60	0.000460
22000	123.60	5.70	4.50	5.10	5.15	0.000515
24000	134.83	6.10	4.80	5.45	5.50	0.000550
26000	146.07	6.80	5.50	6.15	6.20	0.000620
28000	157.30	7.30	6.00	6.65	6.70	0.000670
30000	168.54	8.30	6.60	7.45	7.50	0.000750
32000	179.78	8.70	7.20	7.95	8.00	0.000800
34000	191.01	9.60	7.80	8.70	8.75	0.000875
36000	202.25	10.30	8.40	9.35	9.40	0.000940
38000	213.48	11.00	9.10	10.05	10.10	0.001010
40000	224.72	12.10	9.80	10.95	11.00	0.001100
42000	235.96	12.60	10.90	11.75	11.80	0.001180
44000	247.19	14.60	11.90	13.25	13.30	0.001330
46000	258.43	15.60	12.70	14.15	14.20	0.001420
48000	269.66	16.90	13.50	15.20	15.25	0.001525
50000	280.90	19.00	15.00	17.00	17.05	0.001705

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G3-02**

Edad (dias)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	283.05	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	113.22	MEE (kg/cm ²)	213,724.35
Area (cm ²)	177	D2	4.44×10^{-4}	A/C	0.70
Carga máx (kg)	50100	E1 (kg/cm ²)	29.06		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.20	0.20	0.20	0.00	0.000000
2000	11.30	0.25	0.15	0.20	0.00	0.000000
4000	22.60	0.65	0.35	0.50	0.30	0.000030
6000	33.90	1.05	0.65	0.85	0.65	0.000065
8000	45.20	1.75	1.25	1.50	1.30	0.000130
10000	56.50	2.40	1.85	2.13	1.93	0.000193
12000	67.80	2.80	2.15	2.48	2.28	0.000228
14000	79.10	3.20	2.85	3.03	2.83	0.000283
16000	90.40	3.85	3.05	3.45	3.25	0.000325
18000	101.69	4.30	3.85	4.08	3.88	0.000388
20000	112.99	5.10	4.15	4.63	4.43	0.000443
22000	124.29	5.60	4.95	5.28	5.08	0.000508
24000	135.59	6.25	5.25	5.75	5.55	0.000555
26000	146.89	6.55	5.85	6.20	6.00	0.000600
28000	158.19	7.50	6.35	6.93	6.73	0.000673
30000	169.49	8.20	7.15	7.68	7.48	0.000748
32000	180.79	8.60	7.65	8.13	7.93	0.000793
34000	192.09	9.50	8.35	8.93	8.73	0.000873
36000	203.39	10.50	9.05	9.78	9.58	0.000958
38000	214.69	11.50	9.95	10.73	10.53	0.001053
40000	225.99	12.40	10.65	11.53	11.33	0.001133
42000	237.29	13.20	11.35	12.28	12.08	0.001208
44000	248.59	14.60	12.15	13.38	13.18	0.001318
46000	259.89	15.90	13.85	14.88	14.68	0.001468
48000	271.19	17.60	14.85	16.23	16.03	0.001603
50000	282.49	20.20	17.00	18.60	18.40	0.001840

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G3-03**

Edad (dias)	36	Rotura f'c (kg/cm2)	296.05	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15	$E2 = 0.40 \times f'c$ (kg/cm2)	118.42	MEE (kg/cm2)	213,865.34
Area (cm2)	177	D2	4.95×10^{-4}	A/C	0.70
Carga máx (kg)	52400	E1 (kg/cm2)	23.23		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00	0.000000
2000	11.30	0.35	0.25	0.30	0.28	0.000028
4000	22.60	0.55	0.55	0.50	0.48	0.000048
6000	33.90	1.15	0.75	0.95	0.93	0.000093
8000	45.20	1.65	1.10	1.38	1.35	0.000135
10000	56.50	2.15	1.55	1.85	1.83	0.000183
12000	67.80	2.75	2.05	2.40	2.38	0.000238
14000	79.10	3.15	2.55	2.85	2.83	0.000283
16000	90.40	3.45	3.60	3.53	3.50	0.000350
18000	101.69	4.15	3.65	3.90	3.88	0.000388
20000	112.99	4.85	4.55	4.70	4.68	0.000468
22000	124.29	5.70	4.85	5.28	5.25	0.000525
24000	135.59	6.15	5.35	5.75	5.73	0.000573
26000	146.89	6.55	5.75	6.15	6.13	0.000613
28000	158.19	7.15	6.25	6.70	6.68	0.000668
30000	169.49	7.85	7.05	7.45	7.43	0.000743
32000	180.79	8.45	7.55	8.00	7.98	0.000798
34000	192.09	9.35	8.25	8.80	8.78	0.000878
36000	203.39	10.05	9.05	9.55	9.53	0.000953
38000	214.69	10.80	9.75	10.28	10.25	0.001025
40000	225.99	12.10	10.45	11.28	11.25	0.001125
42000	237.29	12.80	11.35	12.08	12.05	0.001205
44000	248.59	13.70	12.05	12.88	12.85	0.001285
46000	259.89	15.20	13.75	14.48	14.45	0.001445
48000	271.19	17.00	14.65	15.83	15.80	0.001580
50000	282.49	18.50	16.90	17.70	17.68	0.001768
52000	293.79	20.30	18.00	19.15	19.13	0.001913

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON AZUFRE
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO G3-04**

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	294.41	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.1	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	117.77	MEE (kg/cm ²)	206,160.56
Area (cm ²)	179	D2	5.42×10^{-4}	A/C	0.70
Carga máx (kg)	52700	E1 (kg/cm ²)	16.25		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	-0.10	0.10	0.00	0.00	0.000000
2000	11.17	0.30	0.20	0.25	0.25	0.000025
4000	22.35	1.15	0.45	0.80	0.80	0.000080
6000	33.52	1.40	0.80	1.10	1.10	0.000110
8000	44.69	1.90	1.25	1.58	1.58	0.000158
10000	55.87	2.30	1.65	1.98	1.98	0.000198
12000	67.04	2.70	2.25	2.48	2.48	0.000248
14000	78.21	3.45	2.75	3.10	3.10	0.000310
16000	89.39	4.05	3.10	3.58	3.58	0.000358
18000	100.56	4.60	3.90	4.25	4.25	0.000425
20000	111.73	5.30	4.90	5.10	5.10	0.000510
22000	122.91	6.10	5.30	5.70	5.70	0.000570
24000	134.08	6.80	6.00	6.40	6.40	0.000640
26000	145.25	7.10	6.50	6.80	6.80	0.000680
28000	156.42	7.85	7.30	7.58	7.58	0.000758
30000	167.60	8.45	7.60	8.03	8.03	0.000803
32000	178.77	9.10	8.20	8.65	8.65	0.000865
34000	189.94	10.10	8.70	9.40	9.40	0.000940
36000	201.12	10.60	9.40	10.00	10.00	0.001000
38000	212.29	11.70	10.00	10.85	10.85	0.001085
40000	223.46	12.60	10.60	11.60	11.60	0.001160
42000	234.64	13.20	11.50	12.35	12.35	0.001235
44000	245.81	14.50	12.80	13.65	13.65	0.001365
46000	256.98	15.90	13.80	14.85	14.85	0.001485
48000	268.16	18.30	14.70	16.50	16.50	0.001650
50000	279.33	19.60	17.00	18.30	18.30	0.001830
52000	290.50	21.30	18.50	19.90	19.90	0.001990

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H1-01**

Edad (dias)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	338.20	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.05	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	135.28	MEE (kg/cm ²)	231,494.84
Area (cm ²)	178	D2	5.68×10^{-4}	A/C	0.60
Carga máx (kg)	60200	E1 (kg/cm ²)	15.32		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.00	0.10	0.05	0.00	0.000000
2000	11.24	0.40	0.30	0.35	0.30	0.000030
4000	22.47	1.00	0.80	0.90	0.85	0.000085
6000	33.71	1.40	1.30	1.35	1.30	0.000130
8000	44.94	2.00	1.60	1.80	1.75	0.000175
10000	56.18	2.50	2.10	2.30	2.25	0.000225
12000	67.42	3.00	2.60	2.80	2.75	0.000275
14000	78.65	3.70	3.10	3.40	3.35	0.000335
16000	89.89	4.40	3.40	3.90	3.85	0.000385
18000	101.12	4.90	3.90	4.40	4.35	0.000435
20000	112.36	5.40	4.30	4.85	4.80	0.000480
22000	123.60	6.10	4.50	5.30	5.25	0.000525
24000	134.83	6.50	4.90	5.70	5.65	0.000565
26000	146.07	7.20	5.80	6.50	6.45	0.000645
28000	157.30	8.00	6.60	7.30	7.25	0.000725
30000	168.54	9.00	7.30	8.15	8.10	0.000810
32000	179.78	10.10	8.00	9.05	9.00	0.000900
34000	191.01	10.80	8.60	9.70	9.65	0.000965
36000	202.25	11.70	9.30	10.50	10.45	0.001045
38000	213.48	12.50	9.90	11.20	11.15	0.001115
40000	224.72	13.00	10.60	11.80	11.75	0.001175
42000	235.96	13.70	11.20	12.45	12.40	0.001240
44000	247.19	14.60	11.90	13.25	13.20	0.001320
46000	258.43	15.50	12.50	14.00	13.95	0.001395
48000	269.66	16.40	13.20	14.80	14.75	0.001475
50000	280.90	17.50	13.90	15.70	15.65	0.001565
52000	292.13	18.70	14.80	16.75	16.70	0.001670
54000	303.37	20.20	16.00	18.10	18.05	0.001805
56000	314.61	22.10	17.30	19.70	19.65	0.001965
58000	325.84	24.20	18.40	21.30	21.25	0.002125
60000	337.08	25.60	19.90	22.75	22.70	0.002270

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTADICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H1-02**

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	333.90	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15	$E2 = 0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	133.56	MEE (kg/cm ²)	232,305.99
Area (cm ²)	177	D2	5.54×10^{-4}	A/C	0.60
Carga máx (kg)	59100	E1 (kg/cm ²)	16.38		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00	0.000000
2000	11.30	0.50	0.10	0.30	0.28	0.000028
4000	22.60	1.30	0.30	0.80	0.78	0.000078
6000	33.90	1.60	0.50	1.05	1.03	0.000103
8000	45.20	2.00	0.95	1.48	1.45	0.000145
10000	56.50	2.50	1.40	1.95	1.93	0.000193
12000	67.80	3.00	1.75	2.38	2.35	0.000235
14000	79.10	3.70	2.25	2.98	2.95	0.000295
16000	90.40	4.40	2.60	3.50	3.48	0.000348
18000	101.69	4.90	3.15	4.03	4.00	0.000400
20000	112.99	5.60	3.50	4.55	4.53	0.000453
22000	124.29	6.30	4.10	5.20	5.18	0.000518
24000	135.59	6.90	4.40	5.65	5.63	0.000563
26000	146.89	7.40	4.90	6.15	6.13	0.000613
28000	158.19	8.20	5.40	6.80	6.78	0.000678
30000	169.49	9.00	5.90	7.45	7.43	0.000743
32000	180.79	9.60	6.40	8.00	7.98	0.000798
34000	192.09	10.40	6.90	8.65	8.63	0.000863
36000	203.39	11.20	7.50	9.35	9.33	0.000933
38000	214.69	12.00	8.20	10.10	10.08	0.001008
40000	225.99	12.80	8.80	10.80	10.78	0.001078
42000	237.29	13.70	9.40	11.55	11.53	0.001153
44000	248.59	14.50	10.20	12.35	12.33	0.001233
46000	259.89	15.50	11.00	13.25	13.23	0.001323
48000	271.19	16.40	11.80	14.10	14.08	0.001408
50000	282.49	17.50	12.70	15.10	15.08	0.001508
52000	293.79	18.8	13.80	16.30	16.28	0.001628
54000	305.08	20.2	15.40	17.80	17.78	0.001778
56000	316.38	22.2	16.60	19.40	19.38	0.001938
58000	327.68	23.5	17.80	20.65	20.63	0.002063

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H1-03**

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	345.76	D _I	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15	$E2 = 0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	138.31	MEE (kg/cm ²)	232,256.40
Area (cm ²)	177	D ₂	5.64×10^{-4}	A/C	0.60
Carga máx (kg)	61200	E1 (kg/cm ²)	18.83		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	-0.20	0.10	-0.05	0.00	0.000000
2000	11.30	0.30	0.20	0.25	0.30	0.000030
4000	22.60	0.70	0.40	0.55	0.60	0.000060
6000	33.90	1.05	0.60	0.83	0.88	0.000088
8000	45.20	1.40	1.10	1.25	1.30	0.000130
10000	56.50	2.00	1.80	1.90	1.95	0.000195
12000	67.80	2.50	2.20	2.35	2.40	0.000240
14000	79.10	3.30	2.30	2.80	2.85	0.000285
16000	90.40	3.80	2.80	3.30	3.35	0.000335
18000	101.69	4.70	3.20	3.95	4.00	0.000400
20000	112.99	5.20	3.70	4.45	4.50	0.000450
22000	124.29	5.70	4.40	5.05	5.10	0.000510
24000	135.59	6.30	4.60	5.45	5.50	0.000550
26000	146.89	6.90	5.20	6.05	6.10	0.000610
28000	158.19	7.75	5.70	6.73	6.78	0.000678
30000	169.49	8.30	6.10	7.20	7.25	0.000725
32000	180.79	9.00	6.90	7.95	8.00	0.000800
34000	192.09	9.60	7.40	8.50	8.55	0.000855
36000	203.39	10.60	8.00	9.30	9.35	0.000935
38000	214.69	11.60	8.50	10.05	10.10	0.001010
40000	225.99	12.20	9.20	10.70	10.75	0.001075
42000	237.29	12.70	10.10	11.40	11.45	0.001145
44000	248.59	13.90	10.80	12.35	12.40	0.001240
46000	259.89	14.90	11.60	13.25	13.30	0.001330
48000	271.19	16.30	12.50	14.40	14.45	0.001445
50000	282.49	17.20	13.30	15.25	15.30	0.001530
52000	293.79	18.90	14.40	16.65	16.70	0.001670
54000	305.08	21.20	15.70	18.45	18.50	0.001850
56000	316.38	23.60	16.20	19.90	19.95	0.001995
58000	327.68	25.50	19.00	22.25	22.30	0.002230
60000	338.98	27.90	21.00	24.45	24.50	0.002450

**ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESIÓN
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H1-04**

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	348.59	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15	$E2 = 0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	139.44	MEE (kg/cm ²)	233,679.90
Área (cm ²)	177	$D2$	5.67×10^{-4}	A/C	0.60
Carga máx (kg)	61700	E1 (kg/cm ²)	18.61		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM ²	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	-0.05	0.00	-0.03	0.00	0.000000
2000	11.30	0.25	0.15	0.20	0.23	0.000023
4000	22.60	0.90	0.35	0.63	0.65	0.000065
6000	33.90	1.10	0.55	0.83	0.85	0.000085
8000	45.20	1.45	1.05	1.25	1.28	0.000128
10000	56.50	2.20	1.70	1.95	1.98	0.000198
12000	67.80	2.60	2.10	2.35	2.38	0.000238
14000	79.10	3.40	2.20	2.80	2.83	0.000283
16000	90.40	4.20	2.80	3.50	3.53	0.000353
18000	101.69	4.80	3.20	4.00	4.03	0.000403
20000	112.99	5.40	3.65	4.53	4.55	0.000455
22000	124.29	5.90	4.30	5.10	5.13	0.000513
24000	135.59	6.40	4.55	5.48	5.50	0.000550
26000	146.89	7.00	5.10	6.05	6.08	0.000608
28000	158.19	7.90	5.60	6.75	6.78	0.000678
30000	169.49	8.50	6.00	7.25	7.28	0.000728
32000	180.79	9.10	6.75	7.93	7.95	0.000795
34000	192.09	9.70	7.30	8.50	8.53	0.000853
36000	203.39	10.80	7.90	9.35	9.38	0.000938
38000	214.69	11.90	8.40	10.15	10.18	0.001018
40000	225.99	12.50	9.10	10.80	10.83	0.001083
42000	237.29	12.90	10.20	11.55	11.58	0.001158
44000	248.59	14.00	10.90	12.45	12.48	0.001248
46000	259.89	14.90	11.50	13.20	13.23	0.001323
48000	271.19	16.40	12.40	14.40	14.43	0.001443
50000	282.49	17.30	13.20	15.25	15.28	0.001528
52000	293.79	19.00	14.20	16.60	16.63	0.001663
54000	305.08	21.50	15.50	18.50	18.53	0.001853
56000	316.38	23.80	16.10	19.95	19.98	0.001998
58000	327.68	25.80	18.80	22.30	22.33	0.002233
60000	338.98	28.10	20.90	24.50	24.53	0.002453

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H2-01**

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	332.02	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.05	$E2 = 0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	132.81	MEE (kg/cm ²)	217,324.27
Area (cm ²)	178	D2	6.05×10^{-4}	A/C	0.65
Carga máx (kg)	59100	E1 (kg/cm ²)	12.17		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.10	-0.10	0.00	0.00	0.000000
2000	11.24	0.40	0.50	0.45	0.45	0.000045
4000	22.47	1.20	0.90	1.05	1.05	0.000105
6000	33.71	1.50	1.30	1.40	1.40	0.000140
8000	44.94	1.90	1.70	1.80	1.80	0.000180
10000	56.18	2.40	2.20	2.30	2.30	0.000230
12000	67.42	2.90	2.70	2.80	2.80	0.000280
14000	78.65	3.60	3.20	3.40	3.40	0.000340
16000	89.89	4.30	3.50	3.90	3.90	0.000390
18000	101.12	4.80	4.00	4.40	4.40	0.000440
20000	112.36	5.50	4.50	5.00	5.00	0.000500
22000	123.60	6.20	5.00	5.60	5.60	0.000560
24000	134.83	6.80	5.50	6.15	6.15	0.000615
26000	146.07	7.30	6.00	6.65	6.65	0.000665
28000	157.30	8.20	6.50	7.35	7.35	0.000735
30000	168.54	8.90	7.00	7.95	7.95	0.000795
32000	179.78	9.50	7.60	8.55	8.55	0.000855
34000	191.01	10.30	8.30	9.30	9.30	0.000930
36000	202.25	11.10	8.80	9.95	9.95	0.000995
38000	213.48	11.90	9.60	10.75	10.75	0.001075
40000	224.72	12.70	10.20	11.45	11.45	0.001145
42000	235.96	13.60	10.90	12.25	12.25	0.001225
44000	247.19	14.50	11.70	13.10	13.10	0.001310
46000	258.43	15.40	12.40	13.90	13.90	0.001390
48000	269.66	16.30	13.10	14.70	14.70	0.001470
50000	280.90	17.40	14.10	15.75	15.75	0.001575
52000	292.13	18.7	15.00	16.85	16.85	0.001685
54000	303.37	20.1	16.10	18.10	18.10	0.001810
56000	314.61	21.9	17.50	19.70	19.70	0.001970
58000	325.84	24.8	19.00	21.90	21.90	0.002190

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H2-02**

Edad (dias)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	313.56	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	125.42	MEE (kg/cm ²)	230,466.33
Area (cm ²)	177	D2	4.79×10^{-4}	A/C	0.65
Carga máx (kg)	55500	E1 (kg/cm ²)	26.55		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0	0.00	-0.02	-0.01	0.00	0.000000
2000	11.3	0.10	0.00	0.05	0.06	0.000006
4000	22.6	0.50	0.20	0.35	0.36	0.000036
6000	33.9	0.90	0.60	0.75	0.76	0.000076
8000	45.2	1.20	1.00	1.10	1.11	0.000111
10000	56.5	1.90	1.50	1.70	1.71	0.000171
12000	67.8	2.50	1.80	2.15	2.16	0.000216
14000	79.1	3.20	2.30	2.75	2.76	0.000276
16000	90.4	3.70	2.70	3.20	3.21	0.000321
18000	101.7	4.30	3.20	3.75	3.76	0.000376
20000	113.0	4.80	3.60	4.20	4.21	0.000421
22000	124.3	5.40	4.00	4.70	4.71	0.000471
24000	135.6	6.30	4.70	5.50	5.51	0.000551
26000	146.9	6.70	5.00	5.85	5.86	0.000586
28000	158.2	7.40	5.50	6.45	6.46	0.000646
30000	169.5	7.90	6.00	6.95	6.96	0.000696
32000	180.8	8.60	6.50	7.55	7.56	0.000756
34000	192.1	9.30	7.00	8.15	8.16	0.000816
36000	203.4	10.00	7.60	8.80	8.81	0.000881
38000	214.7	10.80	8.20	9.50	9.51	0.000951
40000	226.0	11.60	8.90	10.25	10.26	0.001026
42000	237.3	12.40	9.50	10.95	10.96	0.001096
44000	248.6	13.40	10.30	11.85	11.86	0.001186
46000	259.9	14.30	11.10	12.70	12.71	0.001271
48000	271.2	15.60	11.90	13.75	13.76	0.001376
50000	282.5	16.80	12.80	14.80	14.81	0.001481
52000	293.8	18.5	14.00	16.25	16.26	0.001626
54000	305.1	20.5	15.50	18.00	18.01	0.001801

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H2-03**

Edad (dias)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	323.33	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.15	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	129.33	MEE (kg/cm ²)	217,566.73
Area (cm ²)	180	D2	5.87×10^{-4}	A/C	0.65
Carga máx (kg)	58200	E1 (kg/cm ²)	12.50		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.10	0.10	0.10	0.00	0.000000
2000	11.11	0.50	0.50	0.50	0.40	0.000040
4000	22.22	1.40	1.20	1.30	1.20	0.000120
6000	33.33	1.90	1.70	1.80	1.70	0.000170
8000	44.44	2.20	2.00	2.10	2.00	0.000200
10000	55.56	2.70	2.40	2.55	2.45	0.000245
12000	66.67	3.30	2.90	3.10	3.00	0.000300
14000	77.78	4.00	3.70	3.85	3.75	0.000375
16000	88.89	4.60	3.90	4.25	4.15	0.000415
18000	100.00	5.00	4.30	4.65	4.55	0.000455
20000	111.11	5.50	4.80	5.15	5.05	0.000505
22000	122.22	6.20	5.10	5.65	5.55	0.000555
24000	133.33	6.70	5.60	6.15	6.05	0.000605
26000	144.44	7.30	6.40	6.85	6.75	0.000675
28000	155.56	8.50	7.10	7.80	7.70	0.000770
30000	166.67	9.30	7.50	8.40	8.30	0.000830
32000	177.78	9.90	7.90	8.90	8.80	0.000880
34000	188.89	10.60	8.50	9.55	9.45	0.000945
36000	200.00	11.40	9.00	10.20	10.10	0.001010
38000	211.11	12.20	9.90	11.05	10.95	0.001095
40000	222.22	13.00	10.60	11.80	11.70	0.001170
42000	233.33	13.90	11.20	12.55	12.45	0.001245
44000	244.44	14.90	12.10	13.50	13.40	0.001340
46000	255.56	15.70	12.80	14.25	14.15	0.001415
48000	266.67	16.60	13.40	15.00	14.90	0.001490
50000	277.78	17.80	14.30	16.05	15.95	0.001595
52000	288.89	19	15.30	17.15	17.05	0.001705
54000	300.00	20.5	16.50	18.50	18.40	0.001840
56000	311.11	22.3	17.80	20.05	19.95	0.001995
58000	322.22	25.2	19.20	22.20	22.10	0.002210

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H2-04**

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	322.86	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	14.95	$E2 = 0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	129.14	MEE (kg/cm ²)	228,418.80
Area (cm ²)	175	D2	5.18×10^{-4}	A/C	0.65
Carga máx (kg)	56500	E1 (kg/cm ²)	23.39		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.00	-0.01	-0.01	0.00	0.000000
2000	11.43	0.20	0.10	0.15	0.16	0.000016
4000	22.86	0.65	0.30	0.48	0.48	0.000048
6000	34.29	1.10	0.70	0.90	0.91	0.000091
8000	45.71	1.35	1.20	1.28	1.28	0.000128
10000	57.14	2.00	1.80	1.90	1.91	0.000191
12000	68.57	2.60	2.10	2.35	2.36	0.000236
14000	80.00	3.40	2.40	2.90	2.91	0.000291
16000	91.43	3.90	2.90	3.40	3.41	0.000341
18000	102.86	4.60	3.30	3.95	3.96	0.000396
20000	114.29	5.10	3.80	4.45	4.46	0.000446
22000	125.71	5.60	4.30	4.95	4.96	0.000496
24000	137.14	6.30	4.70	5.50	5.51	0.000551
26000	148.57	6.80	5.10	5.95	5.96	0.000596
28000	160.00	7.70	5.60	6.65	6.66	
30000	171.43	8.20	6.20	7.20	7.21	
32000	182.86	8.90	6.80	7.85	7.86	
34000	194.29	9.50	7.30	8.40	8.41	
36000	205.71	10.70	7.90	9.30	9.31	0.000931
38000	217.14	11.70	8.40	10.05	10.06	0.001006
40000	228.57	12.10	9.10	10.60	10.61	0.001061
42000	240.00	12.60	9.70	11.15	11.16	0.001116
44000	251.43	13.80	10.50	12.15	12.16	0.001216
46000	262.86	14.70	11.30	13.00	13.01	0.001301
48000	274.29	16.00	12.20	14.10	14.11	0.001411
50000	285.71	17.00	13.00	15.00	15.01	0.001501
52000	297.14	18.80	14.50	16.65	16.66	0.001666
54000	308.57	21.00	15.80	18.40	18.41	0.001841
56000	320.00	23.10	16.50	19.80	19.81	0.001981

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H3-01**

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	294.35	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	117.74	MEE (kg/cm ²)	213,442.57
Area (cm ²)	177	D2	4.78×10^{-4}	A/C	0.70
Carga máx (kg)	52100	E1 (kg/cm ²)	26.37		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM ²	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.00	-0.10	-0.05	0.00	0.000000
2000	11.30	0.20	0.00	0.10	0.15	0.000015
4000	22.60	0.50	0.20	0.35	0.40	0.000040
6000	33.90	0.90	0.40	0.65	0.70	0.000070
8000	45.20	1.60	1.20	1.40	1.45	0.000145
10000	56.50	2.30	1.70	2.00	2.05	0.000205
12000	67.80	2.80	2.20	2.50	2.55	0.000255
14000	79.10	3.30	2.60	2.95	3.00	0.000300
16000	90.40	3.80	3.10	3.45	3.50	0.000350
18000	101.69	4.30	3.60	3.95	4.00	0.000400
20000	112.99	4.90	4.10	4.50	4.55	0.000455
22000	124.29	5.50	4.60	5.05	5.10	0.000510
24000	135.59	5.90	5.00	5.45	5.50	0.000550
26000	146.89	6.60	5.60	6.10	6.15	0.000615
28000	158.19	7.20	6.10	6.65	6.70	0.000670
30000	169.49	7.90	6.70	7.30	7.35	0.000735
32000	180.79	8.50	7.30	7.90	7.95	0.000795
34000	192.09	9.30	7.90	8.60	8.65	0.000865
36000	203.39	9.90	8.50	9.20	9.25	0.000925
38000	214.69	10.80	9.20	10.00	10.05	0.001005
40000	225.99	11.70	9.90	10.80	10.85	0.001085
42000	237.29	12.30	11.00	11.65	11.70	0.001170
44000	248.59	14.30	12.00	13.15	13.20	0.001320
46000	259.89	15.30	12.80	14.05	14.10	0.001410
48000	271.19	16.40	13.60	15.00	15.05	0.001505
50000	282.49	18.50	15.10	16.80	16.85	0.001685
52000	293.79	24.00	17.70	20.85	20.90	0.002090

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 - 1983
CUADRO H3-02

Edad (días)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	288.27	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15.1	$E2 = 0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	115.31	MEE (kg/cm ²)	214,521.54
Area (cm ²)	179	D2	4.76×10^{-4}	A/C	0.70
Carga máx (kg)	51600	E1 (kg/cm ²)	23.94		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.00	0.10	0.05	0.00	0.000000
2000	11.17	0.20	0.15	0.18	0.13	0.000013
4000	22.35	0.60	0.40	0.50	0.45	0.000045
6000	33.52	1.10	0.60	0.85	0.80	0.000080
8000	44.69	1.70	1.30	1.50	1.45	0.000145
10000	55.87	2.30	1.80	2.05	2.00	0.000200
12000	67.04	2.70	2.20	2.45	2.40	0.000240
14000	78.21	3.30	2.80	3.05	3.00	0.000300
16000	89.39	3.80	3.10	3.45	3.40	0.000340
18000	100.56	4.40	3.80	4.10	4.05	0.000405
20000	111.73	5.00	4.25	4.63	4.58	0.000458
22000	122.91	5.50	4.90	5.20	5.15	0.000515
24000	134.08	6.20	5.30	5.75	5.70	0.000570
26000	145.25	6.70	5.80	6.25	6.20	0.000620
28000	156.42	7.40	6.40	6.90	6.85	0.000685
30000	167.60	8.10	7.10	7.60	7.55	0.000755
32000	178.77	8.70	7.70	8.20	8.15	0.000815
34000	189.94	9.60	8.30	8.95	8.90	0.000890
36000	201.12	10.40	9.10	9.75	9.70	0.000970
38000	212.29	11.40	9.90	10.65	10.60	0.001060
40000	223.46	12.30	10.60	11.45	11.40	0.001140
42000	234.64	13.30	11.40	12.35	12.30	0.001230
44000	245.81	14.40	12.10	13.25	13.20	0.001320
46000	256.98	15.70	13.90	14.80	14.75	0.001475
48000	268.16	17.40	14.80	16.10	16.05	0.001605
50000	279.33	19.80	17.10	18.45	18.40	0.001840

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H3-03**

Edad (dias)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	297.18	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15	$E2=0.40 \times f'c$ (kg/cm ²)	118.87	MEE (kg/cm ²)	213,201.64
Area (cm ²)	177	D2	4.99×10^{-4}	A/C	0.70
Carga máx (kg)	52600	E1 (kg/cm ²)	23.16		

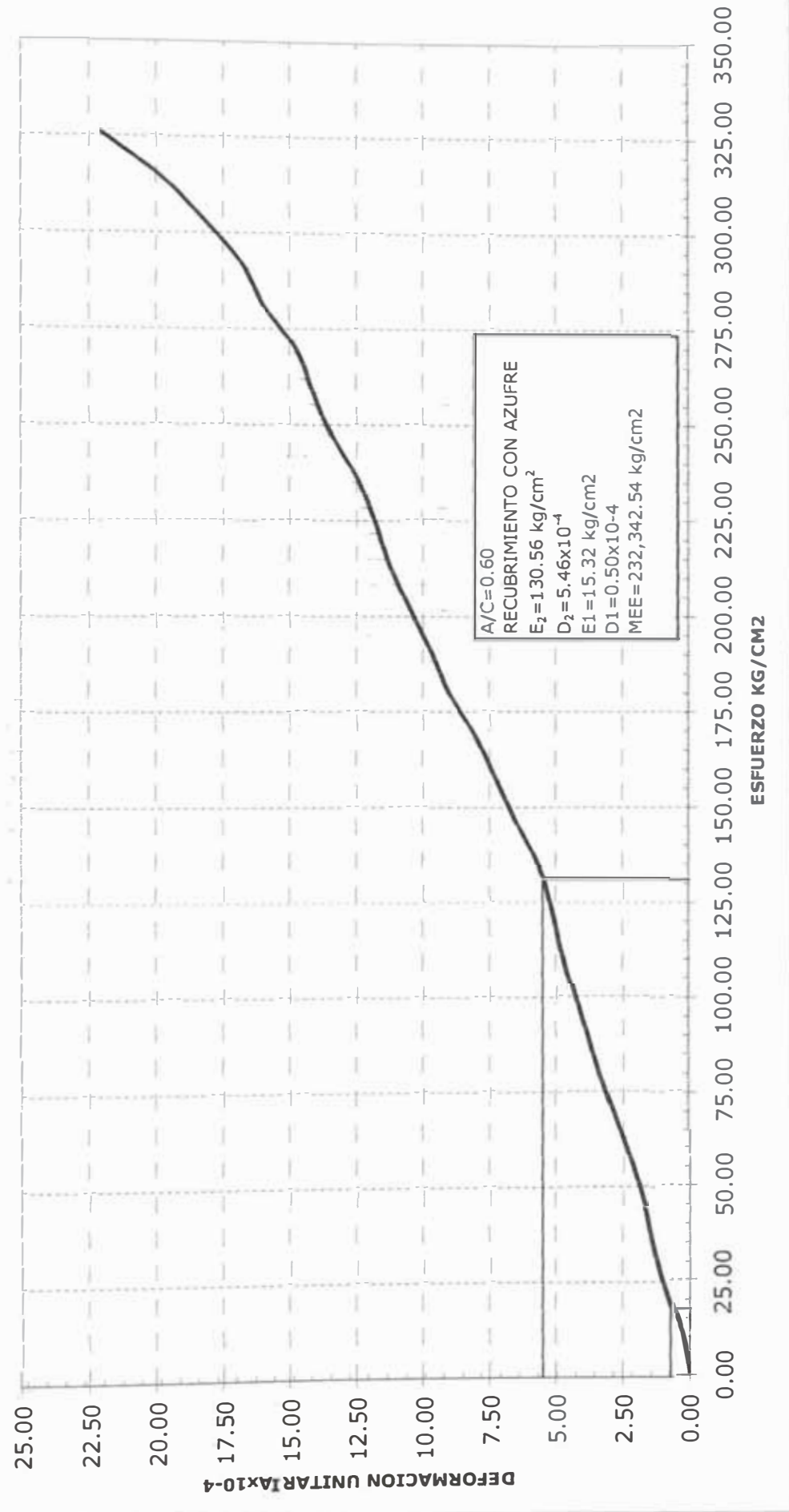
CARGA KG	ESFUERZO KG/CM2	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	0.05	0.00	0.03	0.00	0.000000
2000	11.30	0.30	0.30	0.30	0.28	0.000028
4000	22.60	0.50	0.50	0.50	0.48	0.000048
6000	33.90	1.20	0.80	1.00	0.98	0.000098
8000	45.20	1.60	1.20	1.40	1.38	0.000138
10000	56.50	2.20	1.60	1.90	1.88	0.000188
12000	67.80	2.80	2.00	2.40	2.38	0.000238
14000	79.10	3.20	2.50	2.85	2.83	0.000283
16000	90.40	3.50	3.00	3.25	3.23	0.000323
18000	101.69	4.10	3.60	3.85	3.83	0.000383
20000	112.99	4.80	4.50	4.65	4.63	0.000463
22000	124.29	5.80	4.90	5.35	5.33	0.000533
24000	135.59	6.20	5.40	5.80	5.78	0.000578
26000	146.89	6.60	5.70	6.15	6.13	0.000613
28000	158.19	7.20	6.20	6.70	6.68	0.000668
30000	169.49	7.90	7.00	7.45	7.43	0.000743
32000	180.79	8.50	7.50	8.00	7.98	0.000798
34000	192.09	9.40	8.20	8.80	8.78	0.000878
36000	203.39	10.10	9.00	9.55	9.53	0.000953
38000	214.69	10.90	9.70	10.30	10.28	0.001028
40000	225.99	12.20	10.40	11.30	11.28	0.001128
42000	237.29	12.90	11.30	12.10	12.08	0.001208
44000	248.59	13.80	12.00	12.90	12.88	0.001288
46000	259.89	15.30	13.70	14.50	14.48	0.001448
48000	271.19	17.10	14.60	15.85	15.83	0.001583
50000	282.49	18.60	17.00	17.80	17.78	0.001778
52000	293.79	20.50	18.20	19.35	19.33	0.001933

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTADICO
RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION
NORMA: ASTM C469 : 1983
CUADRO H3-04**

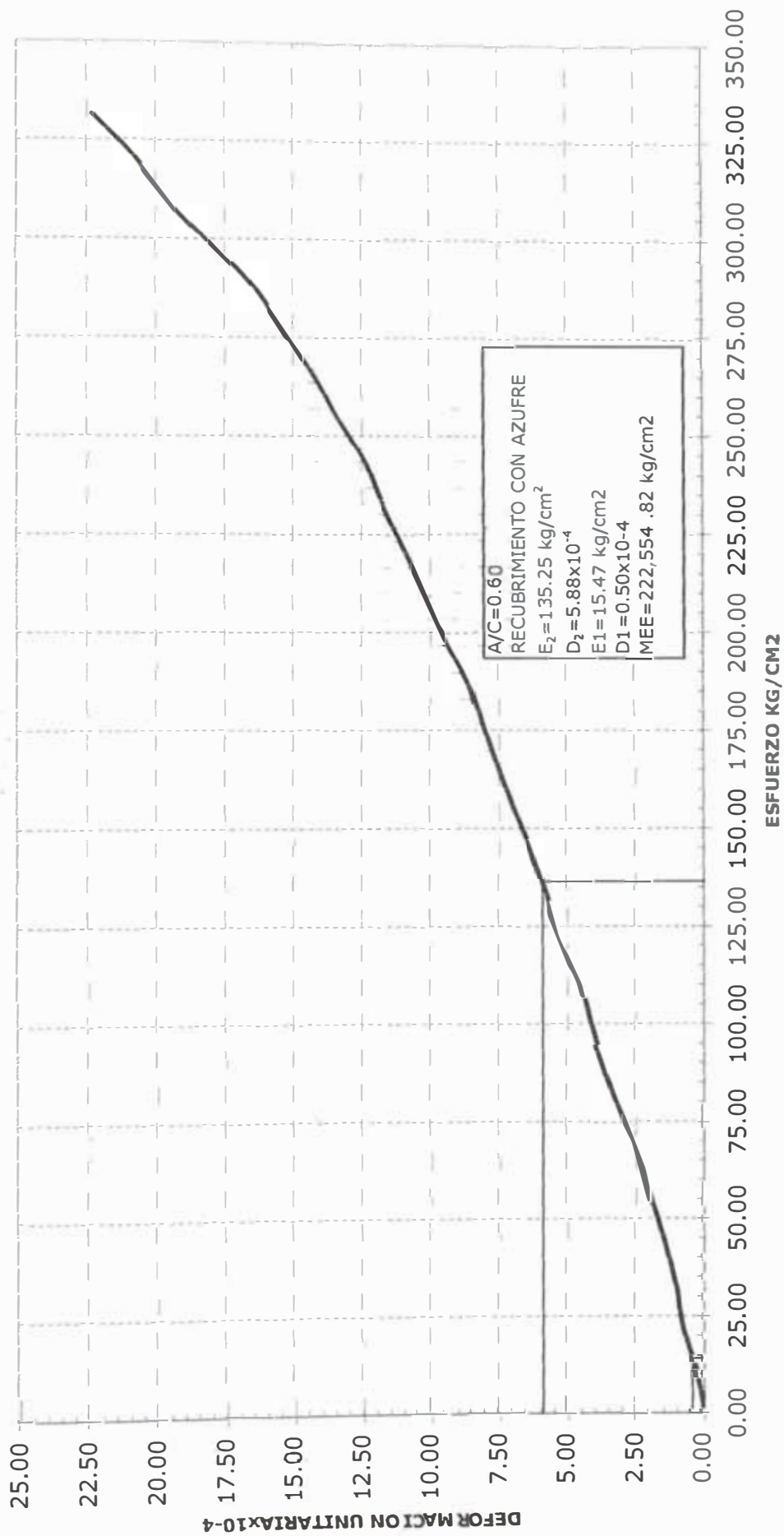
Edad (dias)	36	Rotura $f'c$ (kg/cm ²)	298.31	D1	0.50×10^{-4}
Diámetro (cm)	15	$E2 = 0.40 f'c$ (kg/cm ²)	119.32	MEE (kg/cm ²)	210,522.11
Area (cm ²)	177	D2	5.44×10^{-4}	A/C	0.70
Carga máx (kg)	52800	E1 (kg/cm ²)	15.41		

CARGA KG	ESFUERZO KG/CM ²	LECTURA		PROMEDIO CM	LECTURA CORREGIDA CM	DEFORMACIÓN UNITARIA
		IZQUIERDA CM	DERECHA CM			
0	0.00	-0.10	0.10	0.00	0.00	0.000000
2000	11.30	0.40	0.20	0.30	0.30	0.000030
4000	22.60	1.10	0.60	0.85	0.85	0.000085
6000	33.90	1.50	0.90	1.20	1.20	0.000120
8000	45.20	2.00	1.20	1.60	1.60	0.000160
10000	56.50	2.35	1.70	2.03	2.03	0.000203
12000	67.80	2.80	2.30	2.55	2.55	0.000255
14000	79.10	3.50	2.75	3.13	3.13	0.000313
16000	90.40	4.10	3.20	3.65	3.65	0.000365
18000	101.69	4.70	3.80	4.25	4.25	0.000425
20000	112.99	5.40	4.80	5.10	5.10	0.000510
22000	124.29	6.20	5.20	5.70	5.70	0.000570
24000	135.59	6.90	5.90	6.40	6.40	0.000640
26000	146.89	7.20	6.40	6.80	6.80	0.000680
28000	158.19	7.80	7.20	7.50	7.50	0.000750
30000	169.49	8.40	7.50	7.95	7.95	0.000795
32000	180.79	9.00	8.10	8.55	8.55	0.000855
34000	192.09	10.00	8.60	9.30	9.30	0.000930
36000	203.39	10.50	9.30	9.90	9.90	0.000990
38000	214.69	11.60	9.90	10.75	10.75	0.001075
40000	225.99	12.50	10.50	11.50	11.50	0.001150
42000	237.29	13.10	11.40	12.25	12.25	0.001225
44000	248.59	14.45	12.50	13.48	13.48	0.001348
46000	259.89	15.80	13.60	14.70	14.70	0.001470
48000	271.19	18.20	14.50	16.35	16.35	0.001635
50000	282.49	19.50	16.90	18.20	18.20	0.001820
52000	293.79	21.20	18.30	19.75	19.75	0.001975

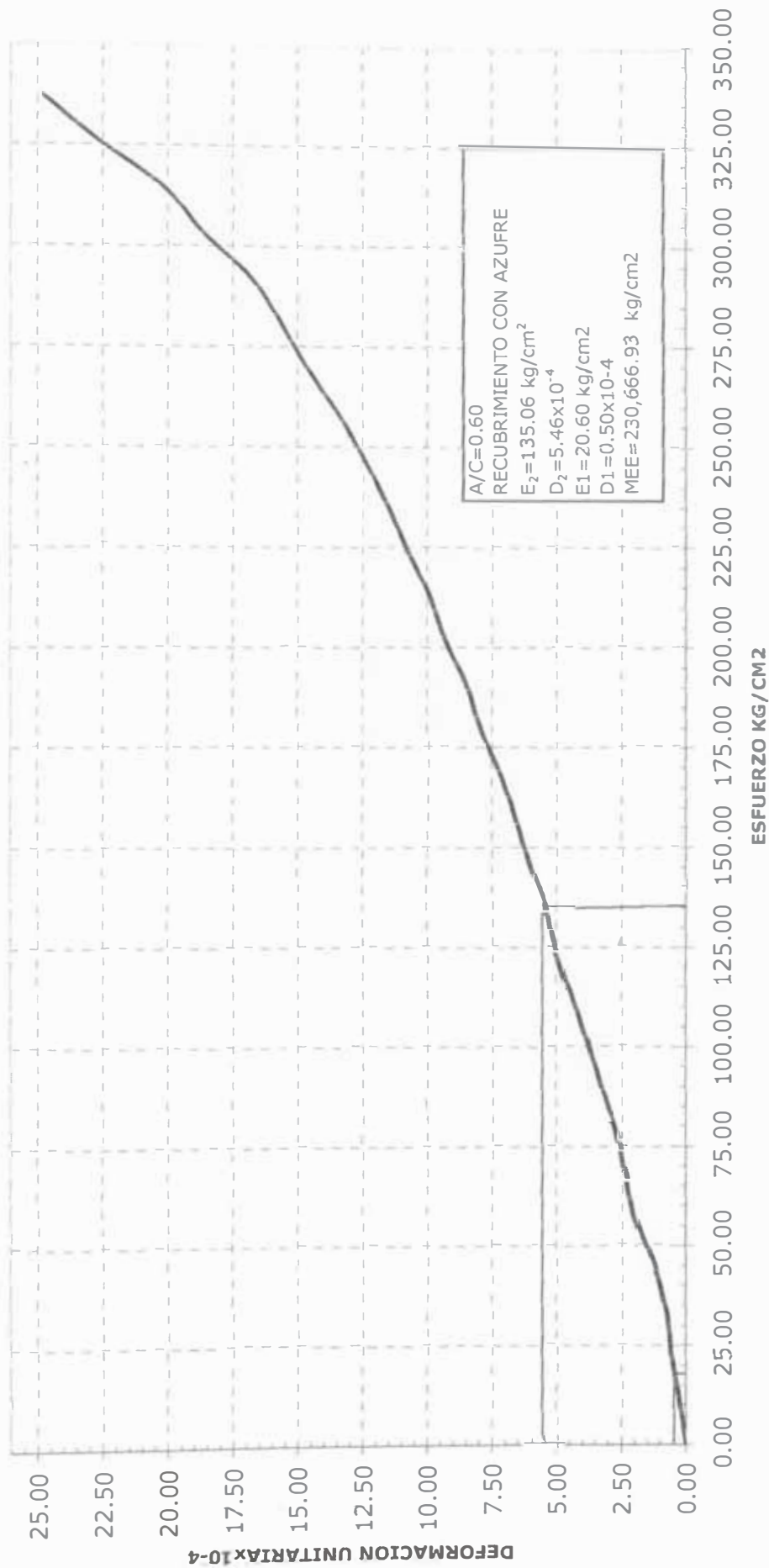
ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
NORMA : ASTM C-469 : 1983
GRAFICO G1-01



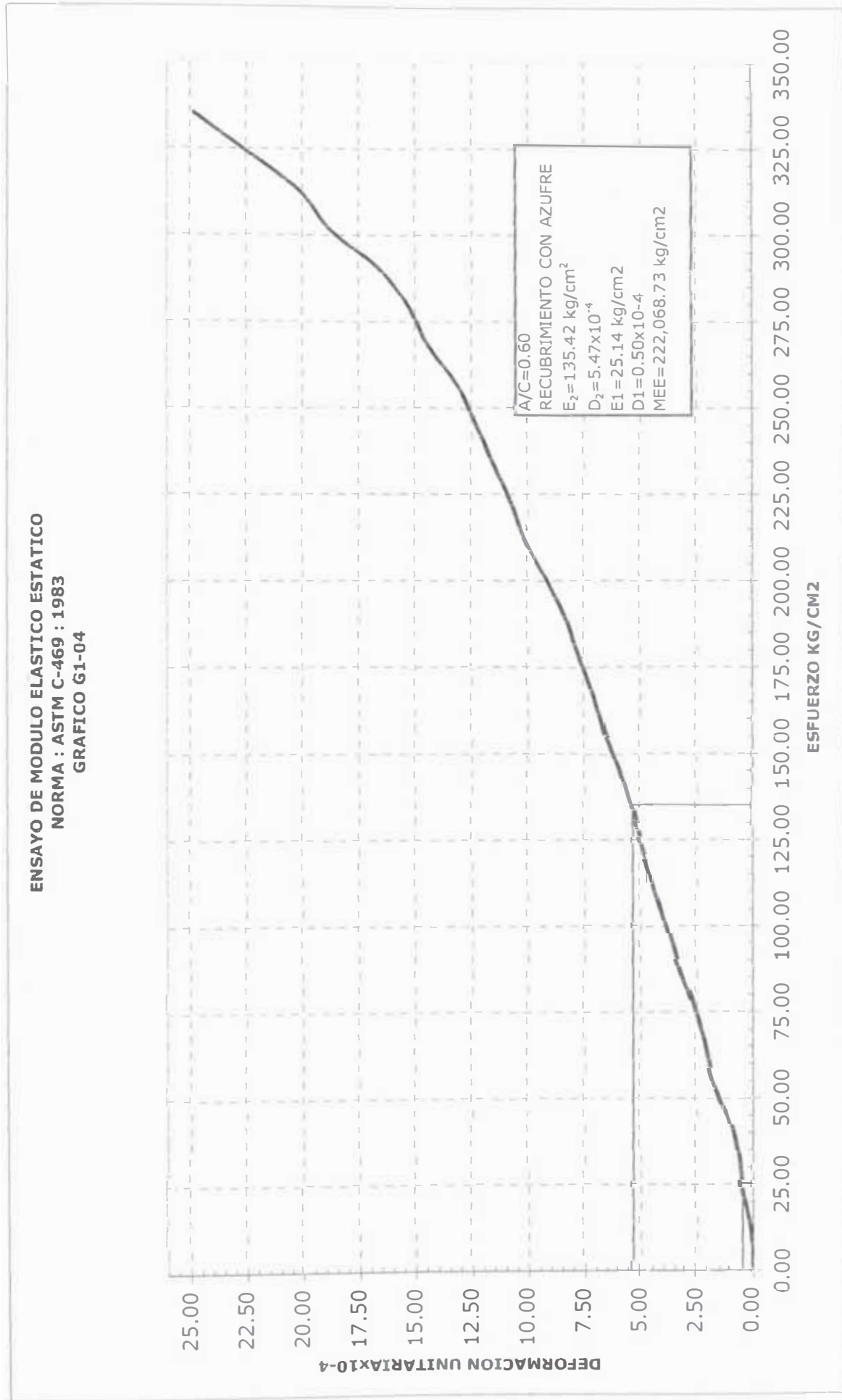
ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 ; 1983
 GRAFICO G1-02

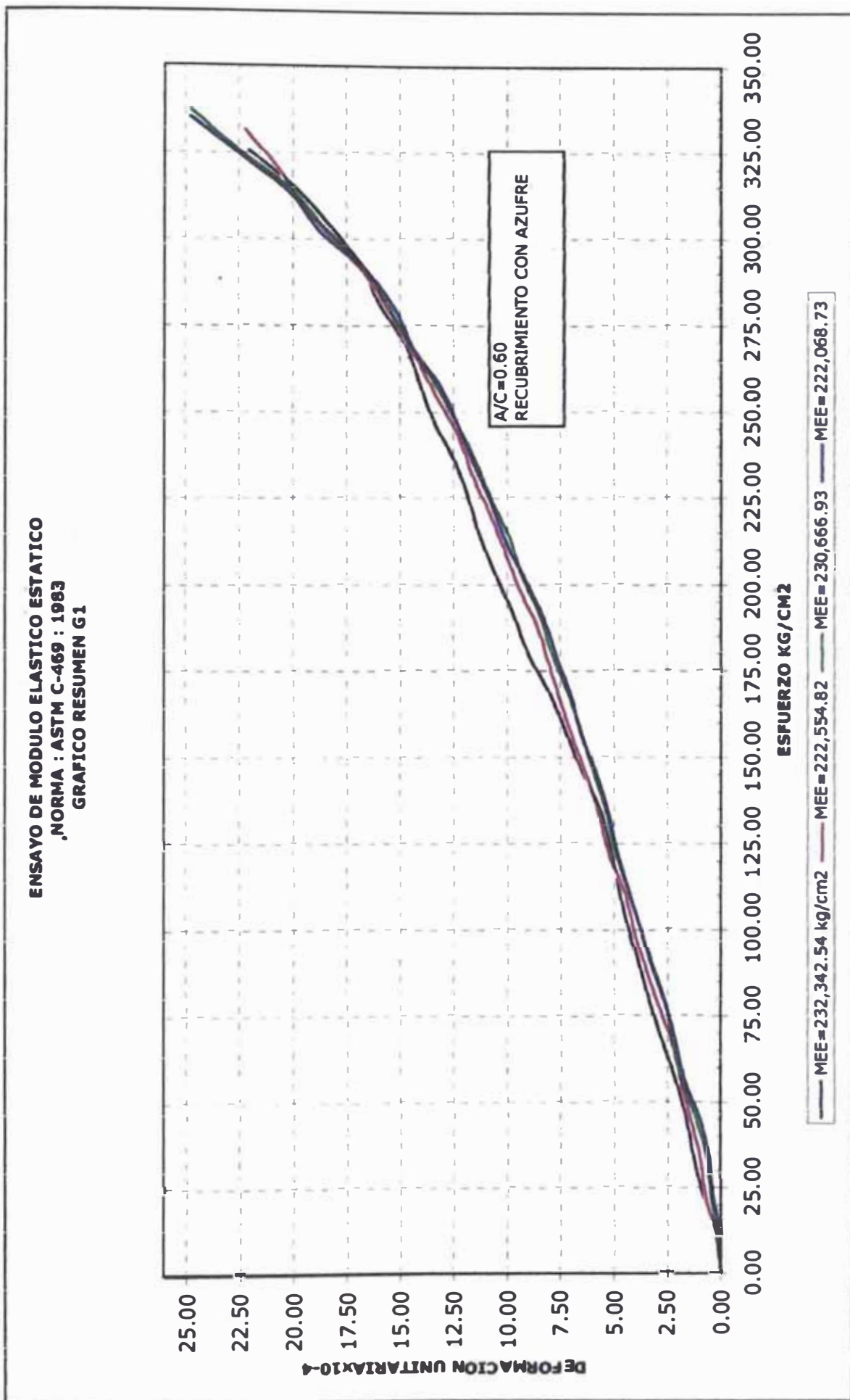


ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO G1-03



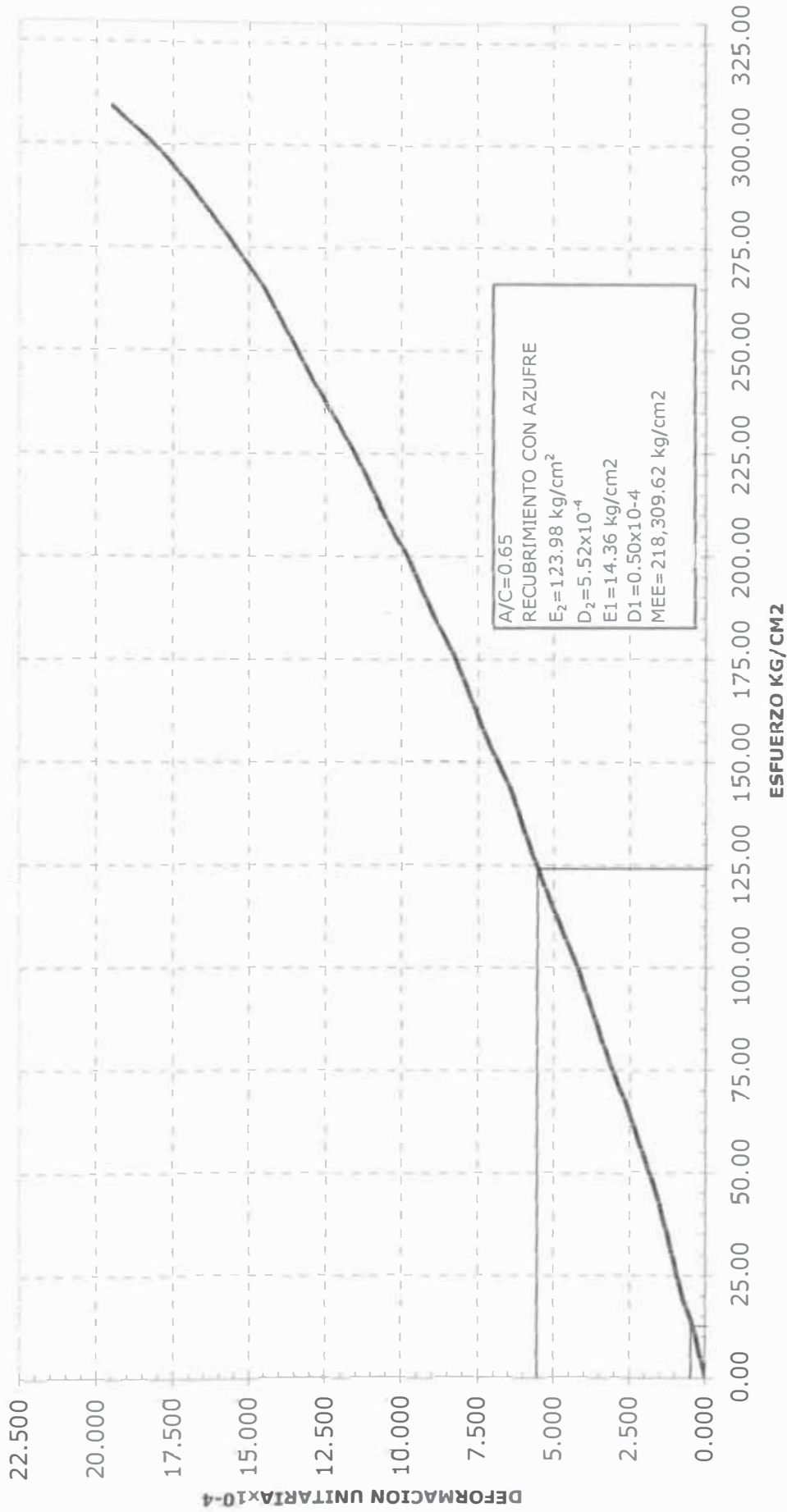
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



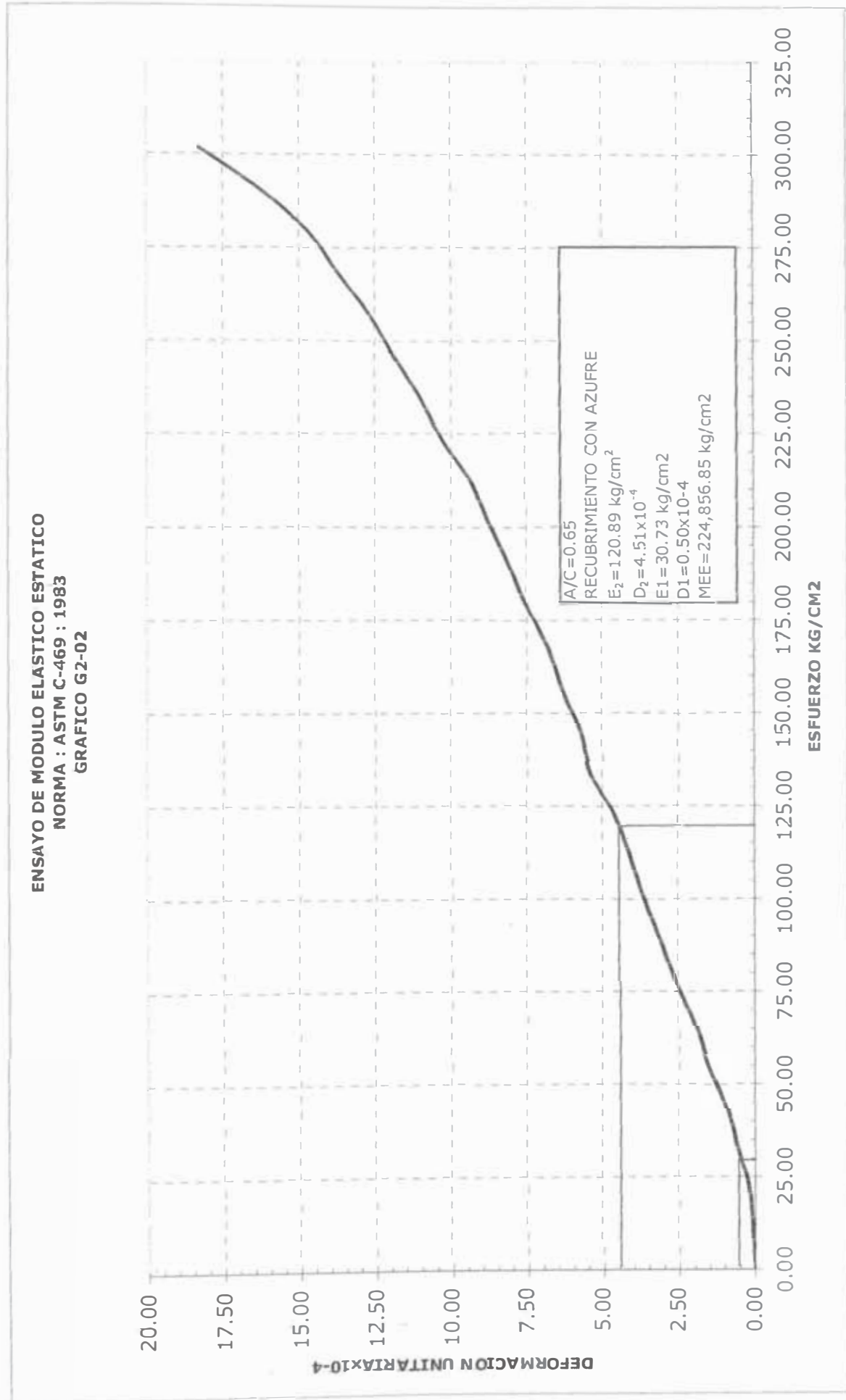


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTADICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO G2-01

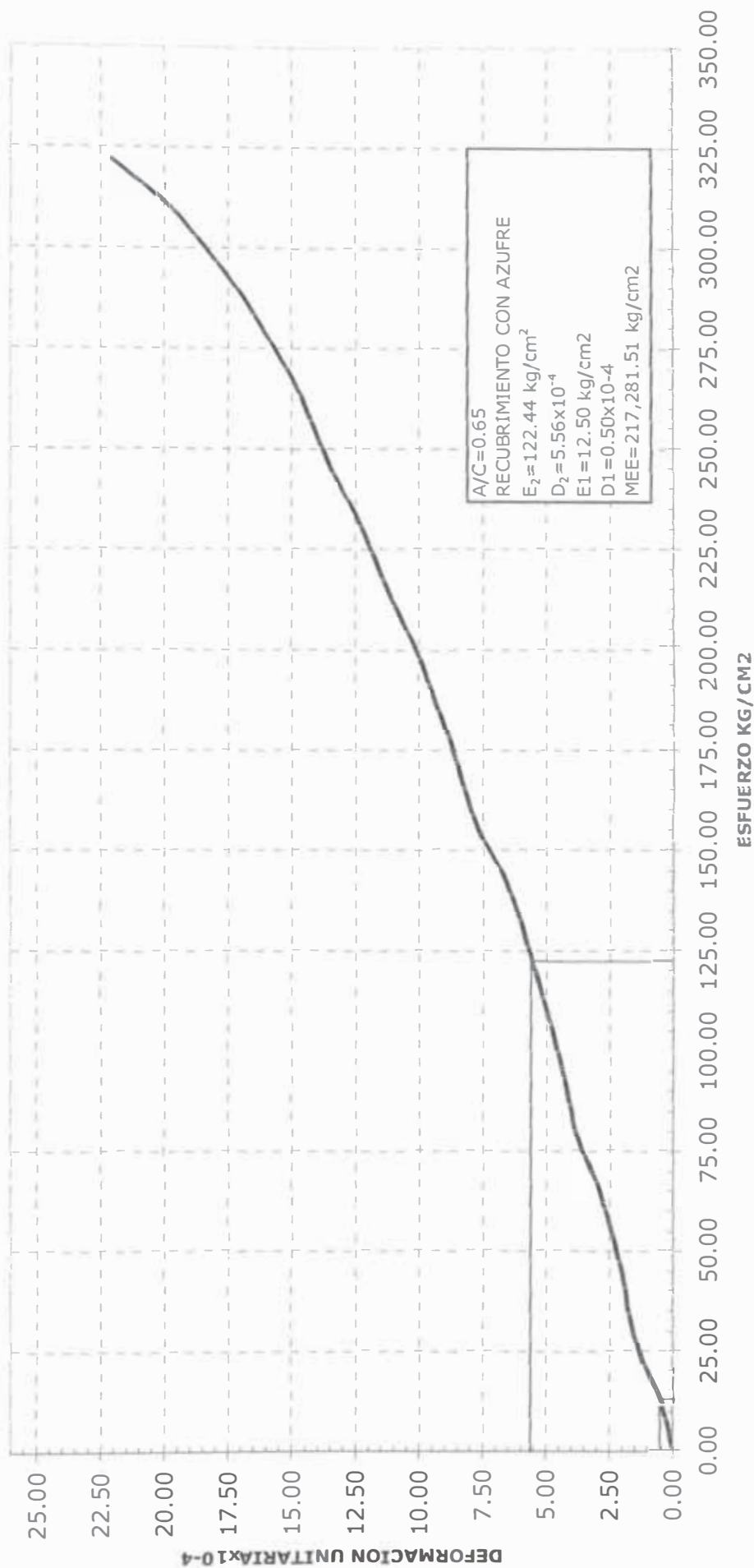


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

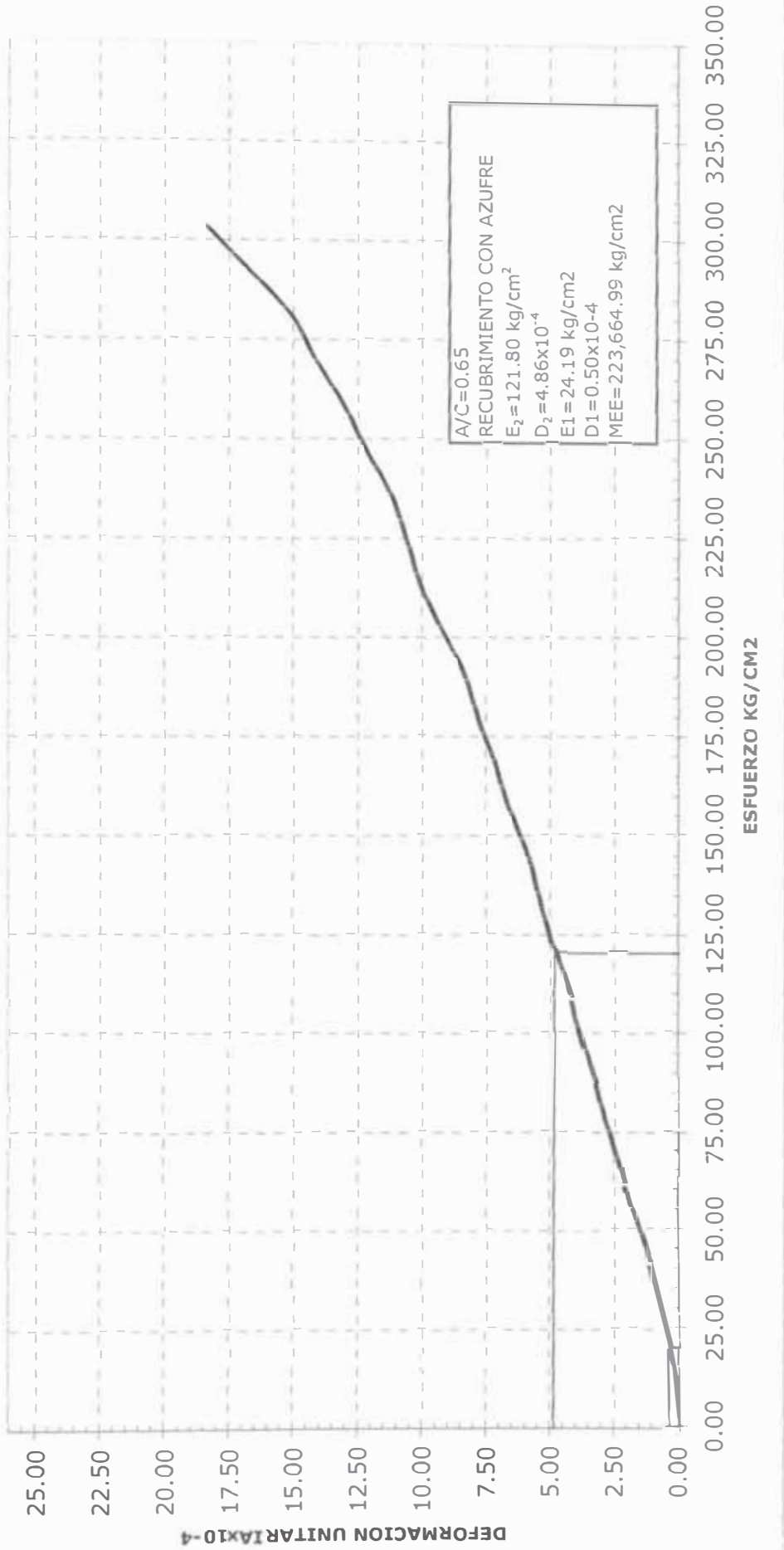


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
NORMA : ASTM C-469 : 1983
GRAFICO G2-03

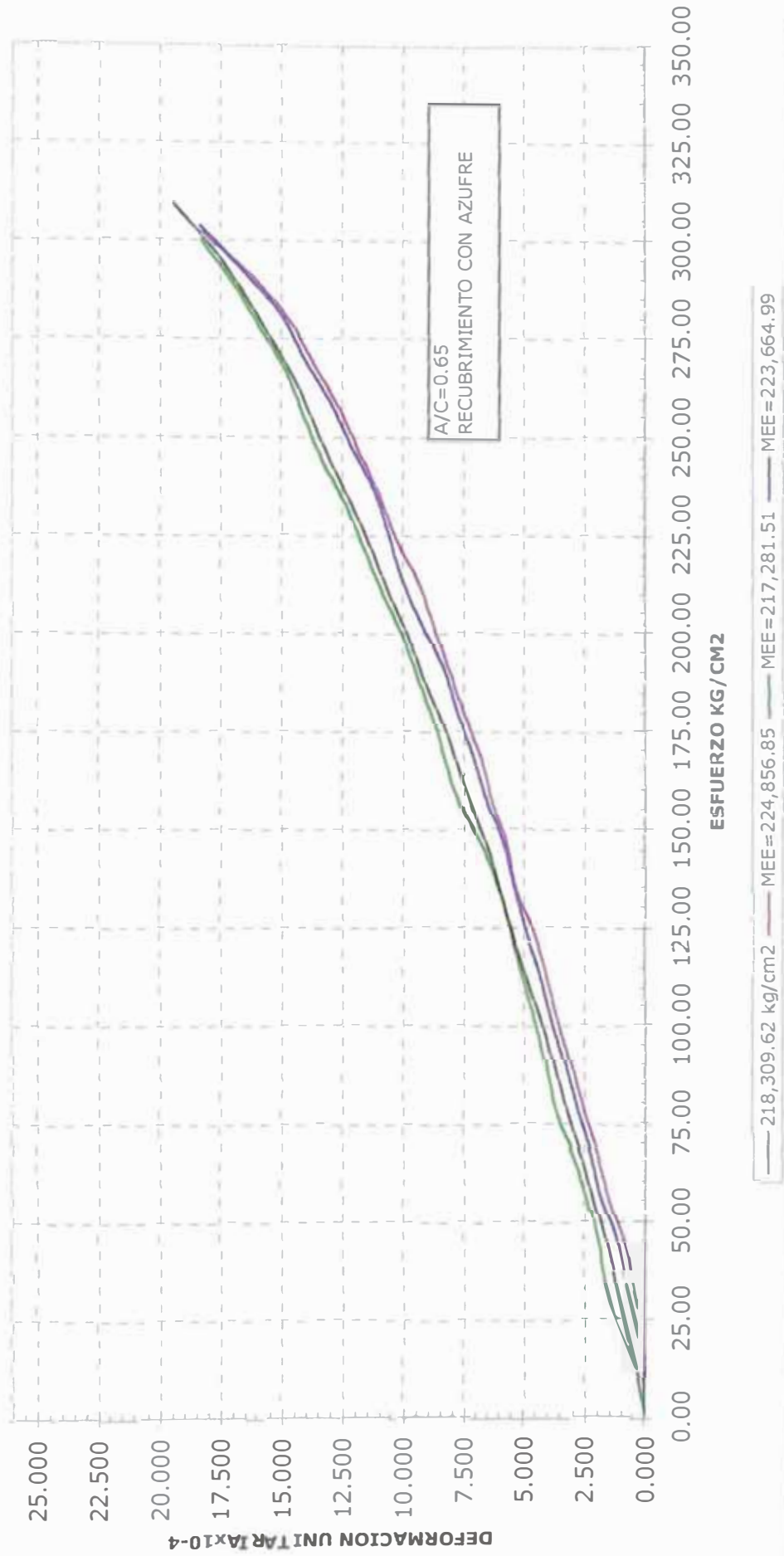


ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO G2-04

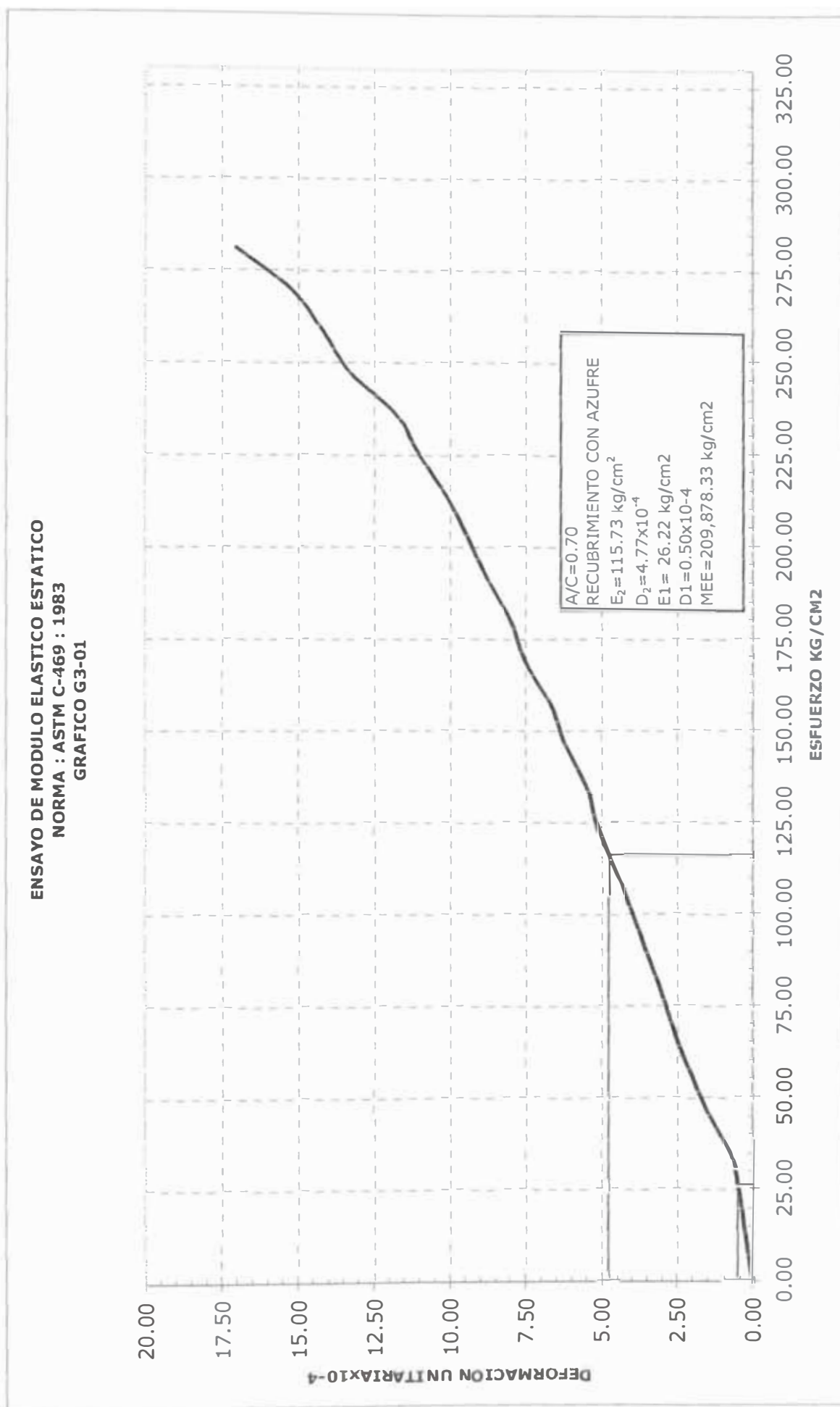


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO RESUMEN G2

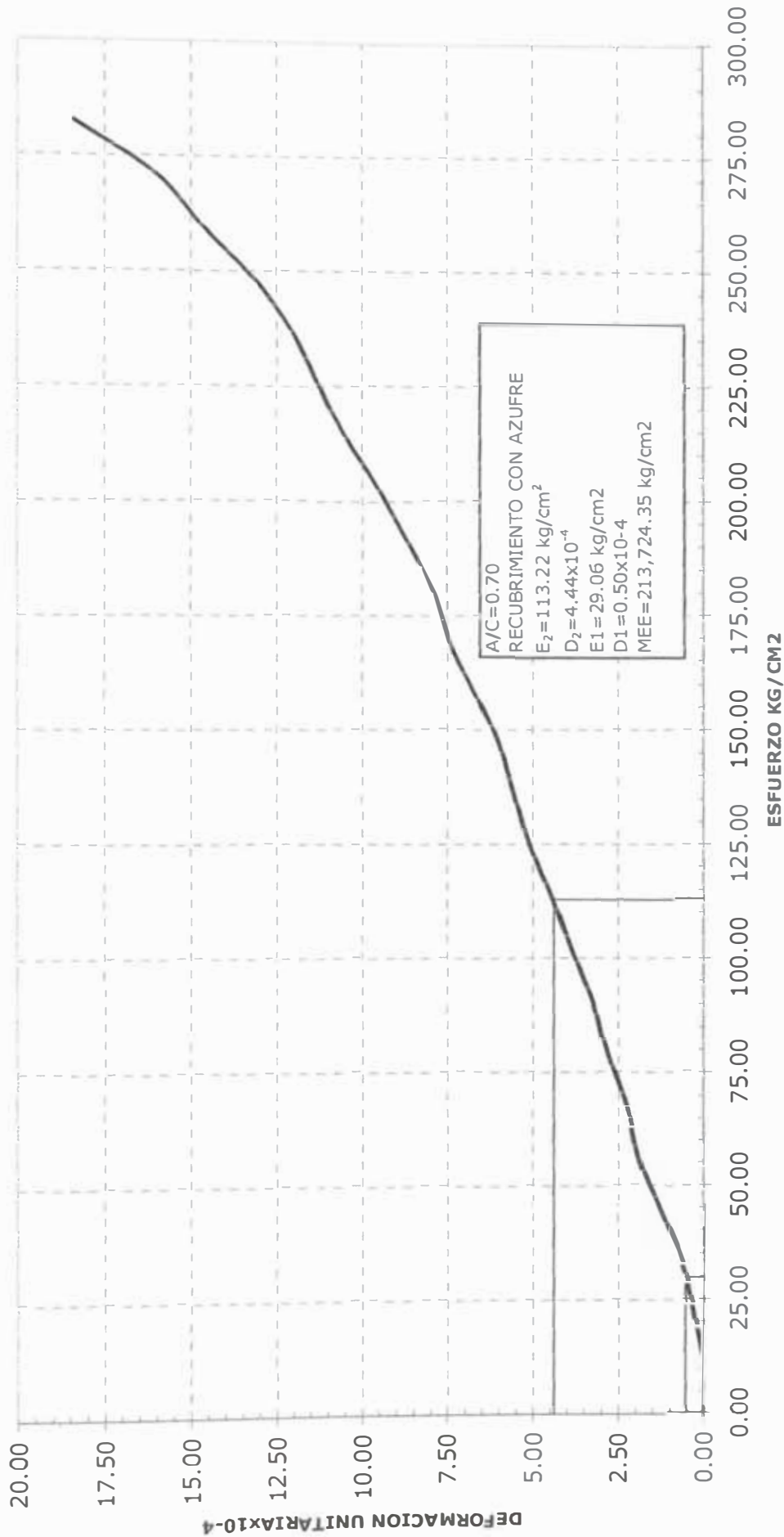


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

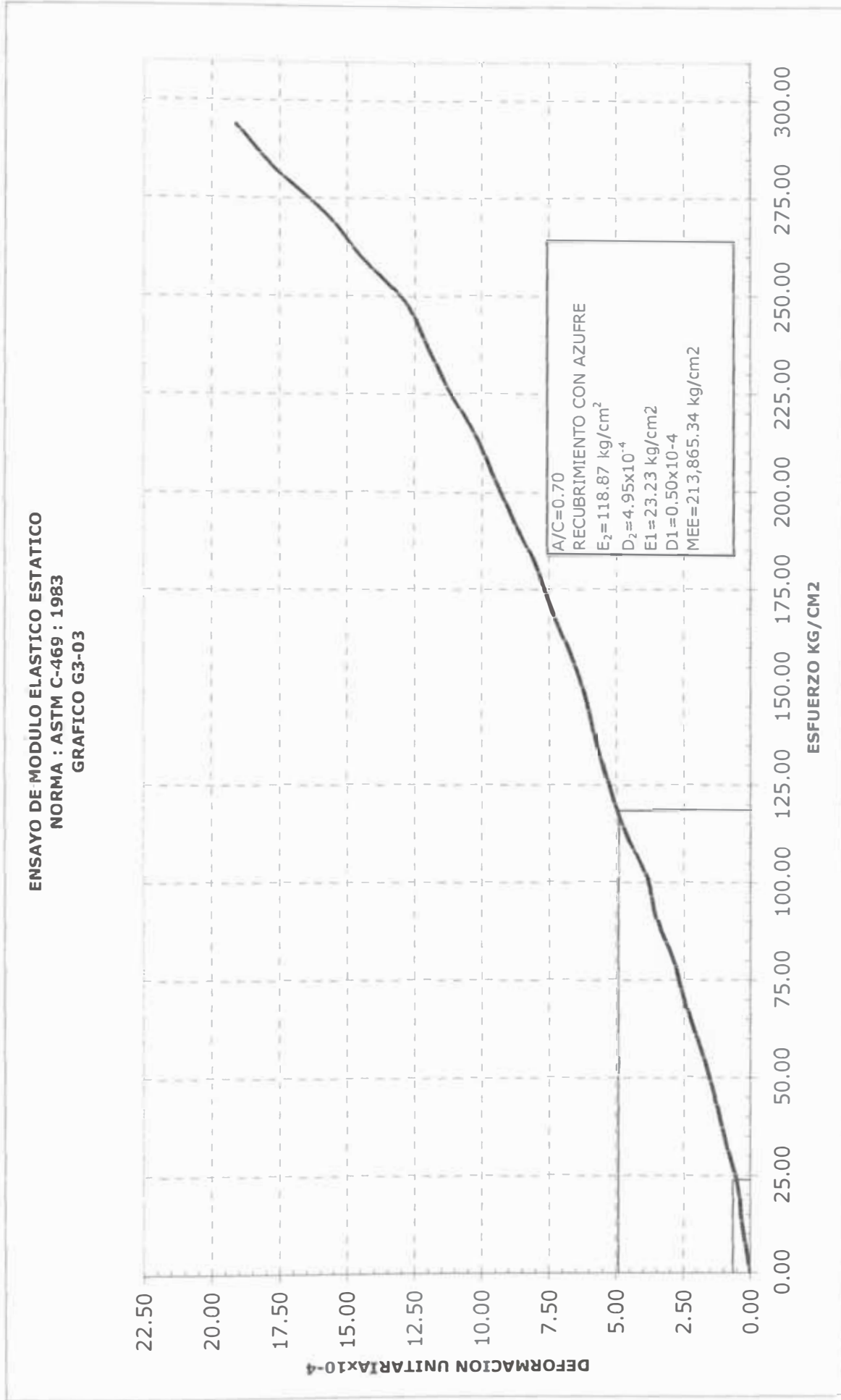


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

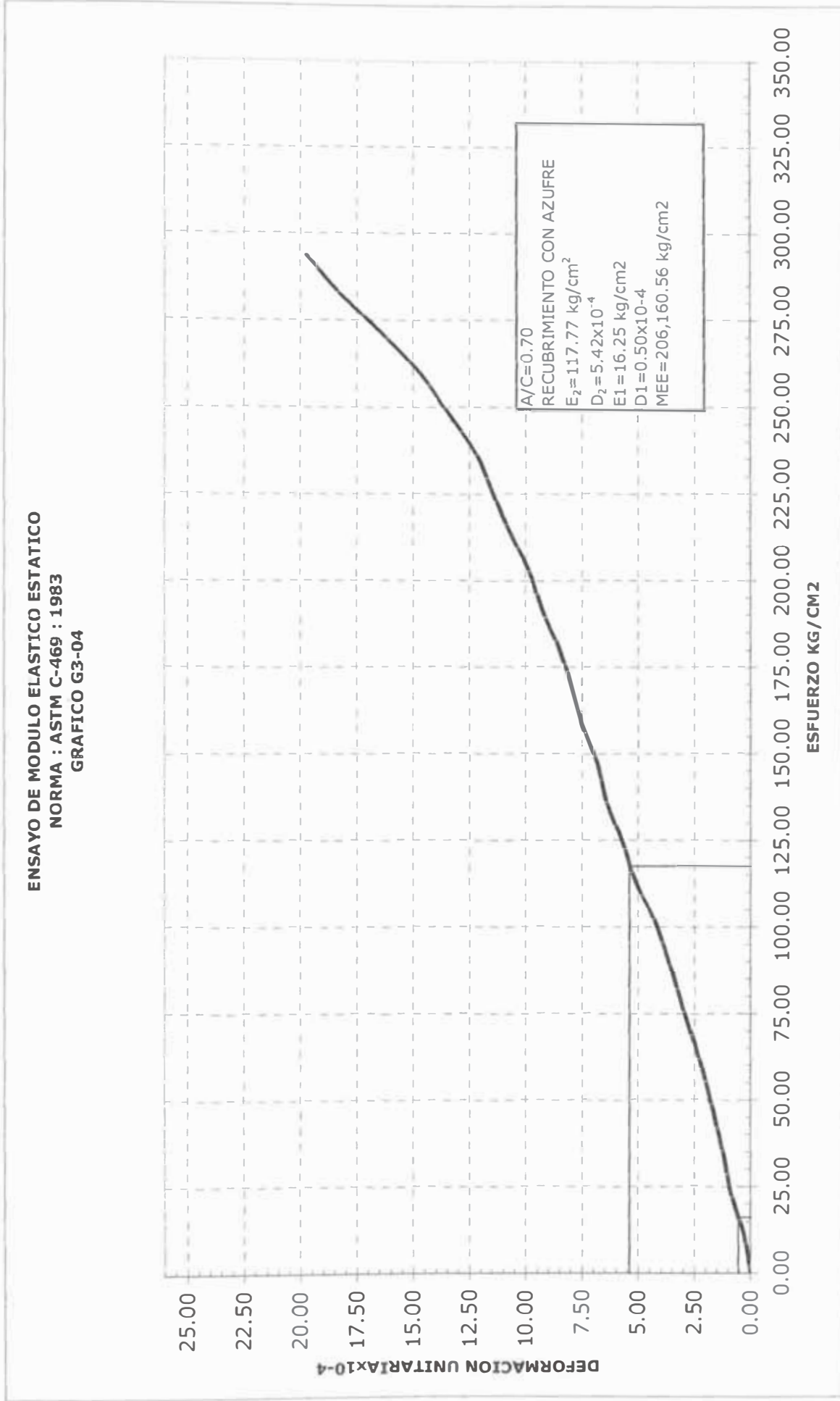
ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO G3-02



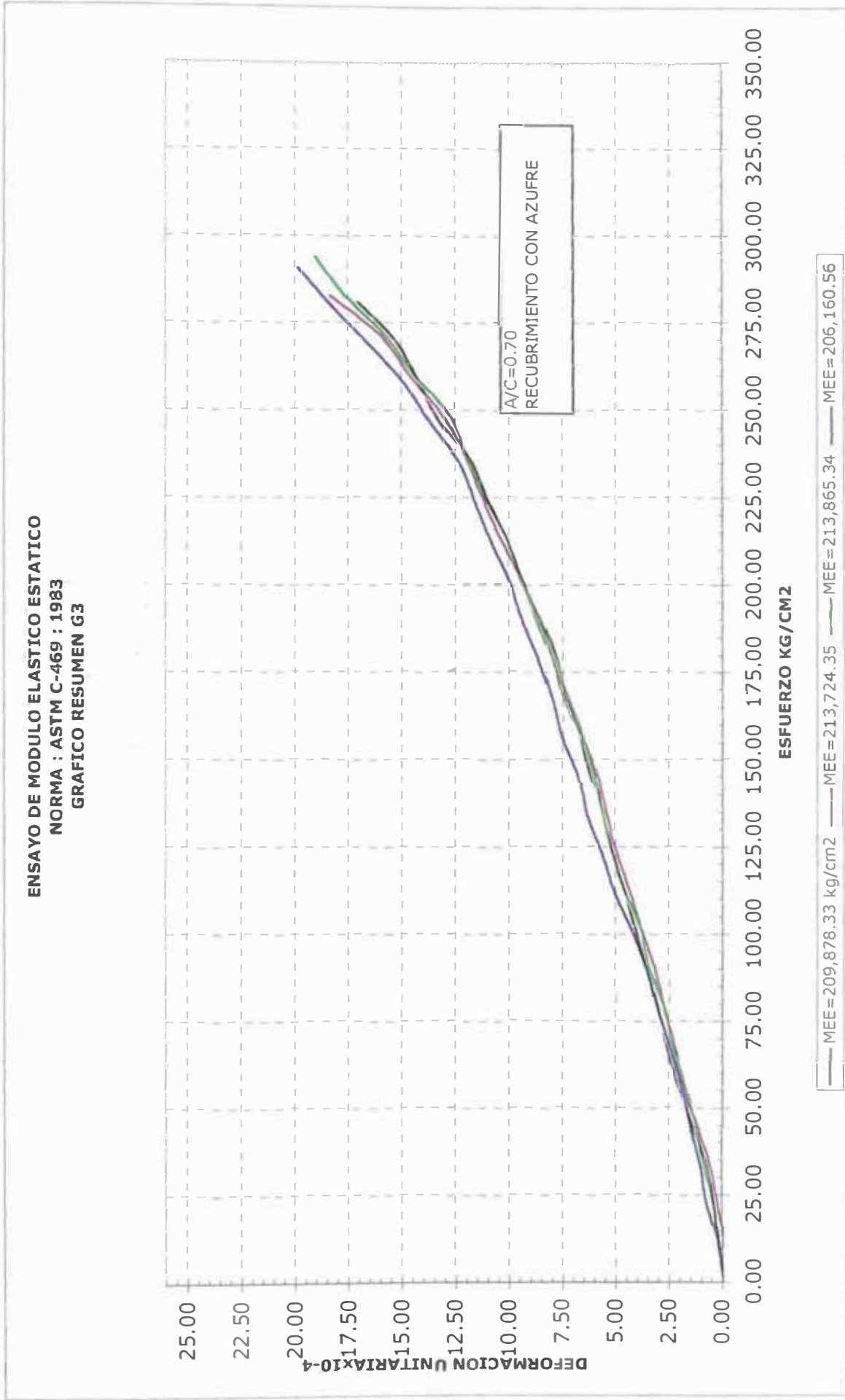
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



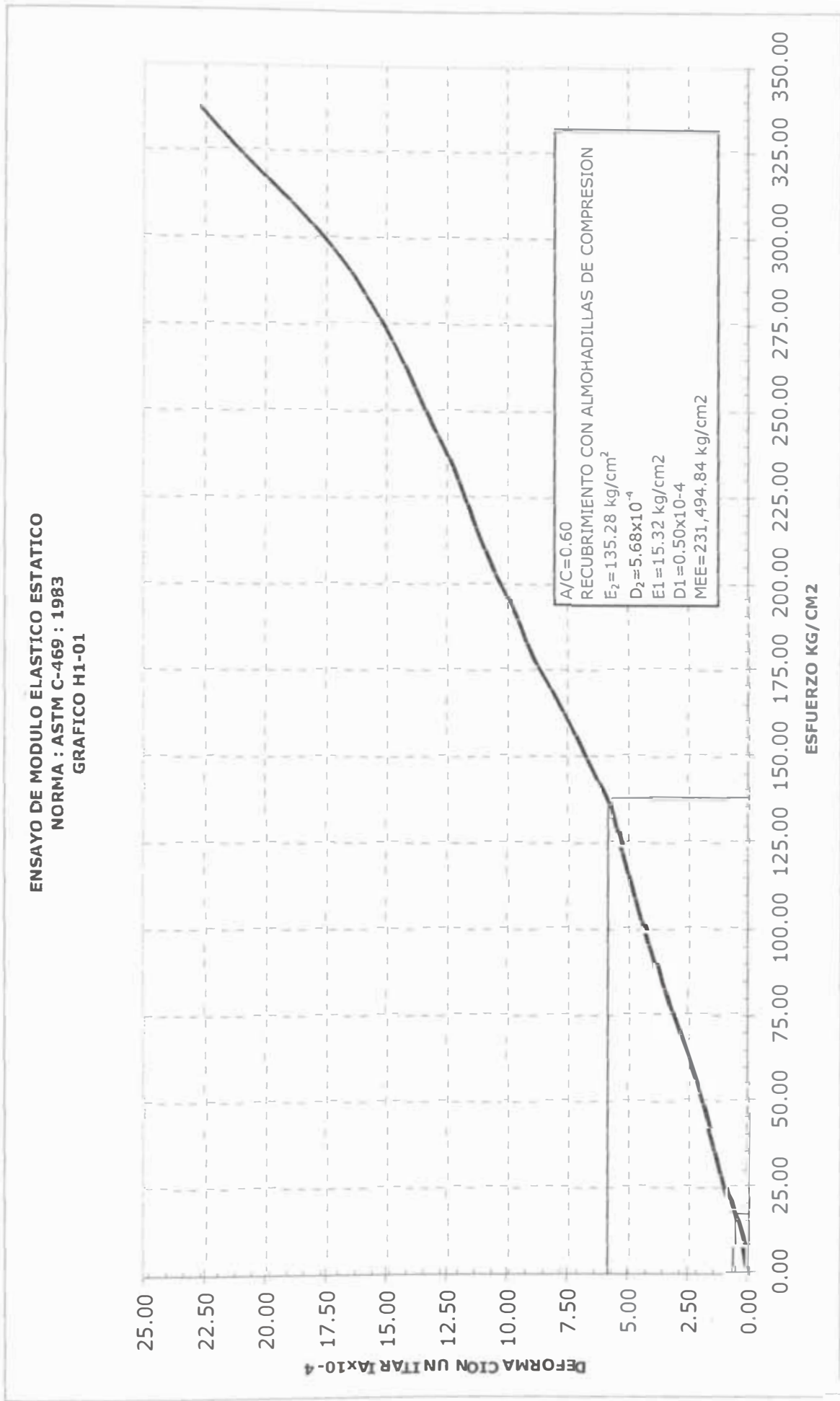
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECURRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



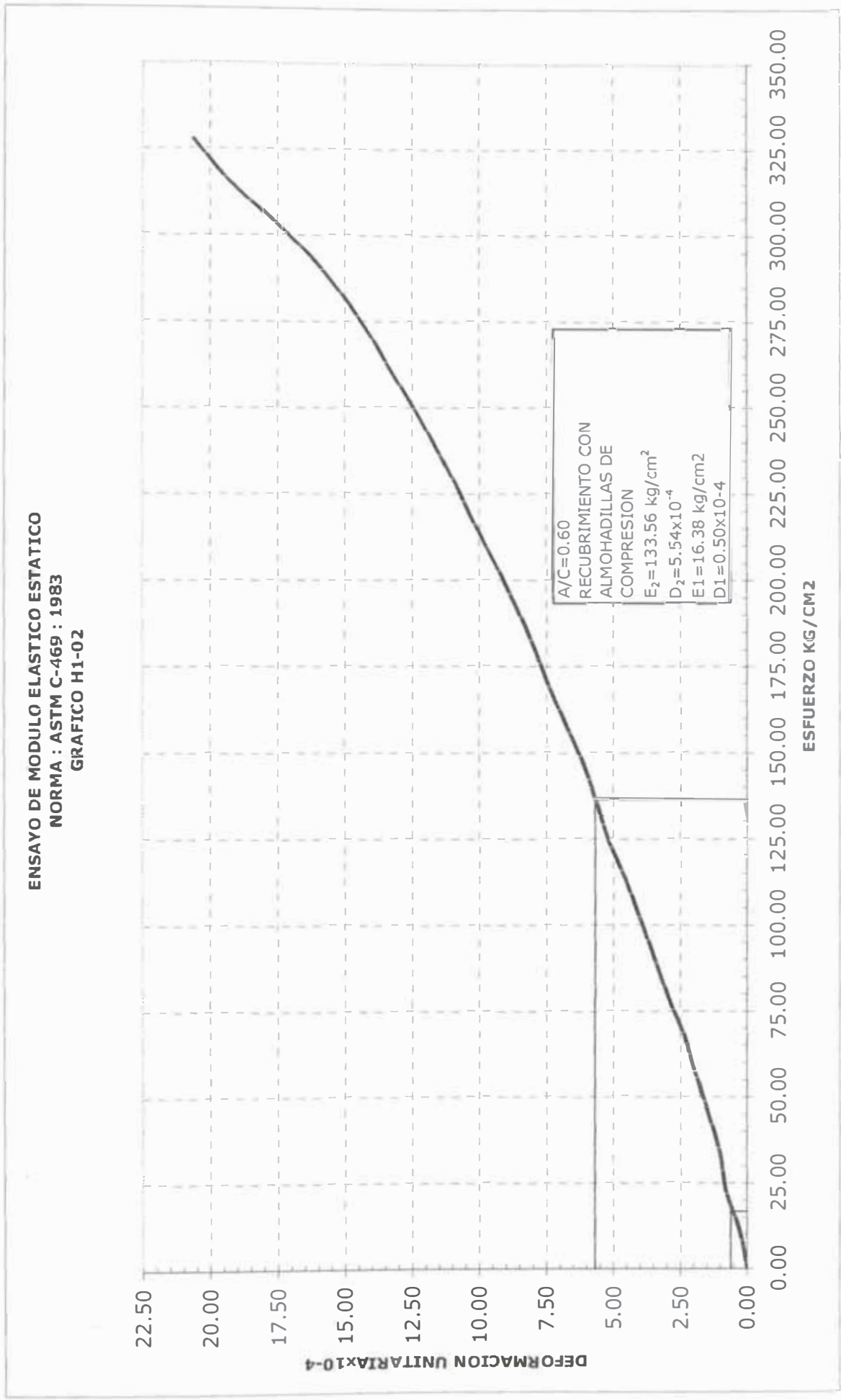
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

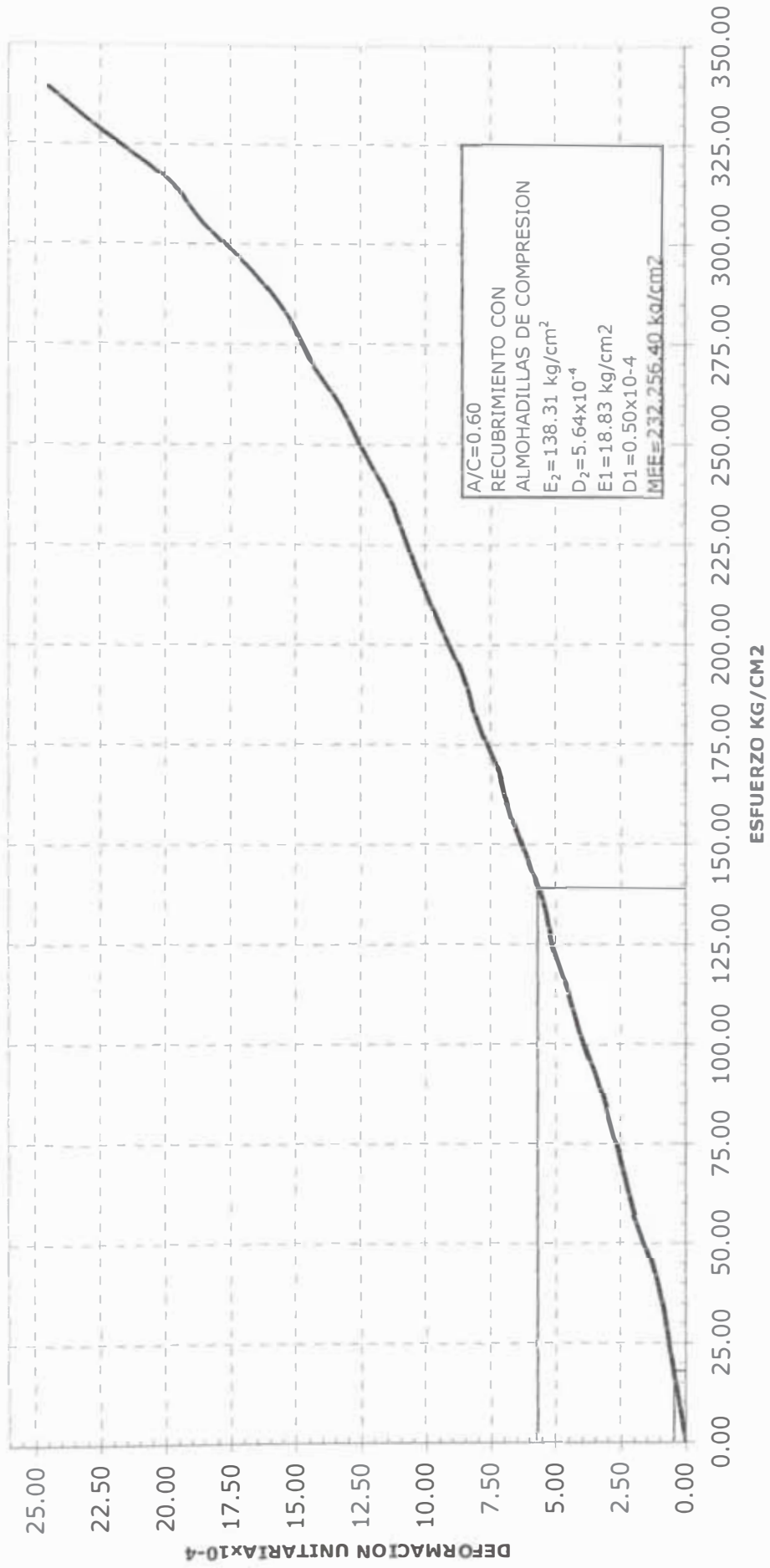


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO H1-03



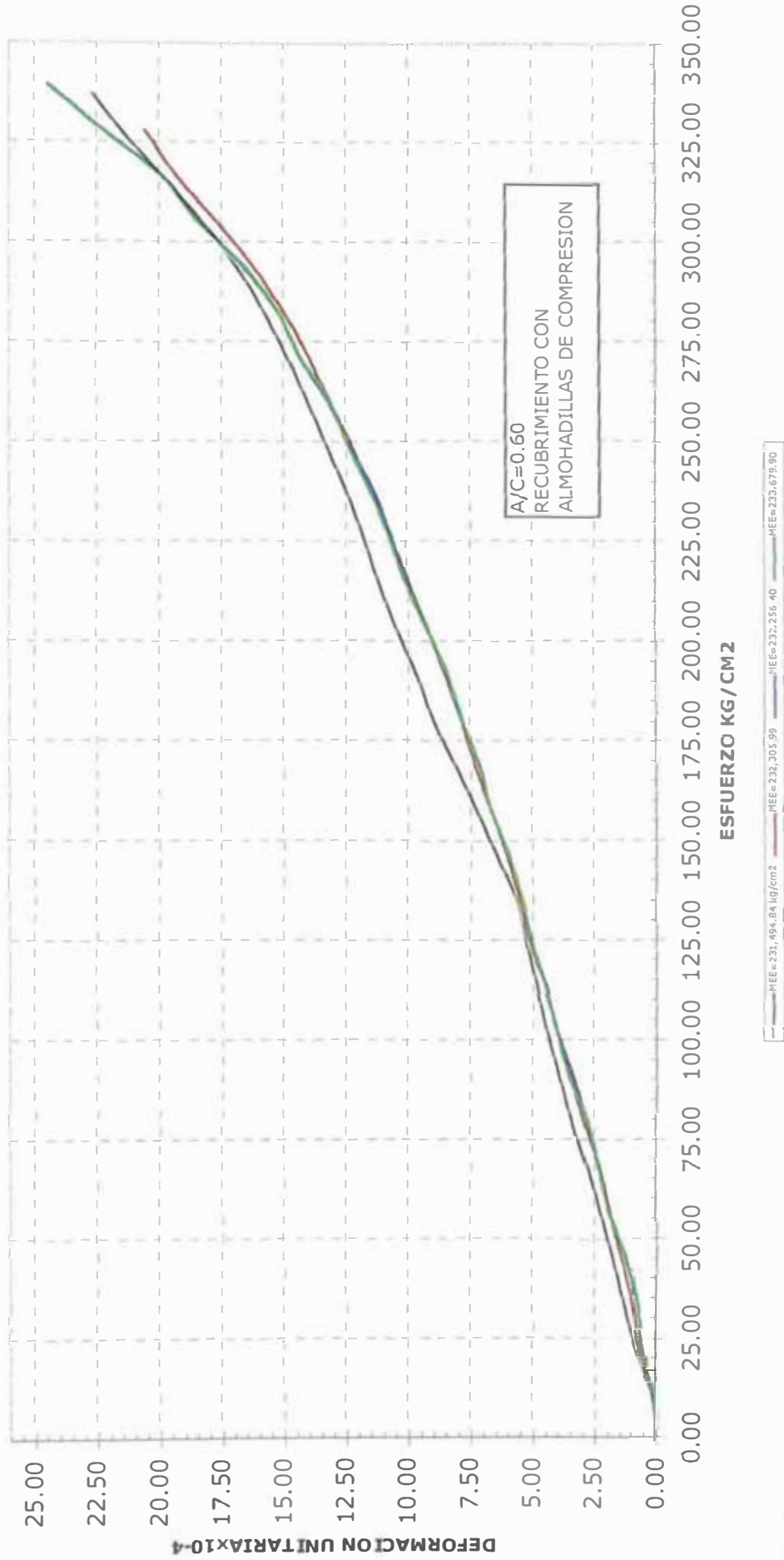
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECURRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO H1-04



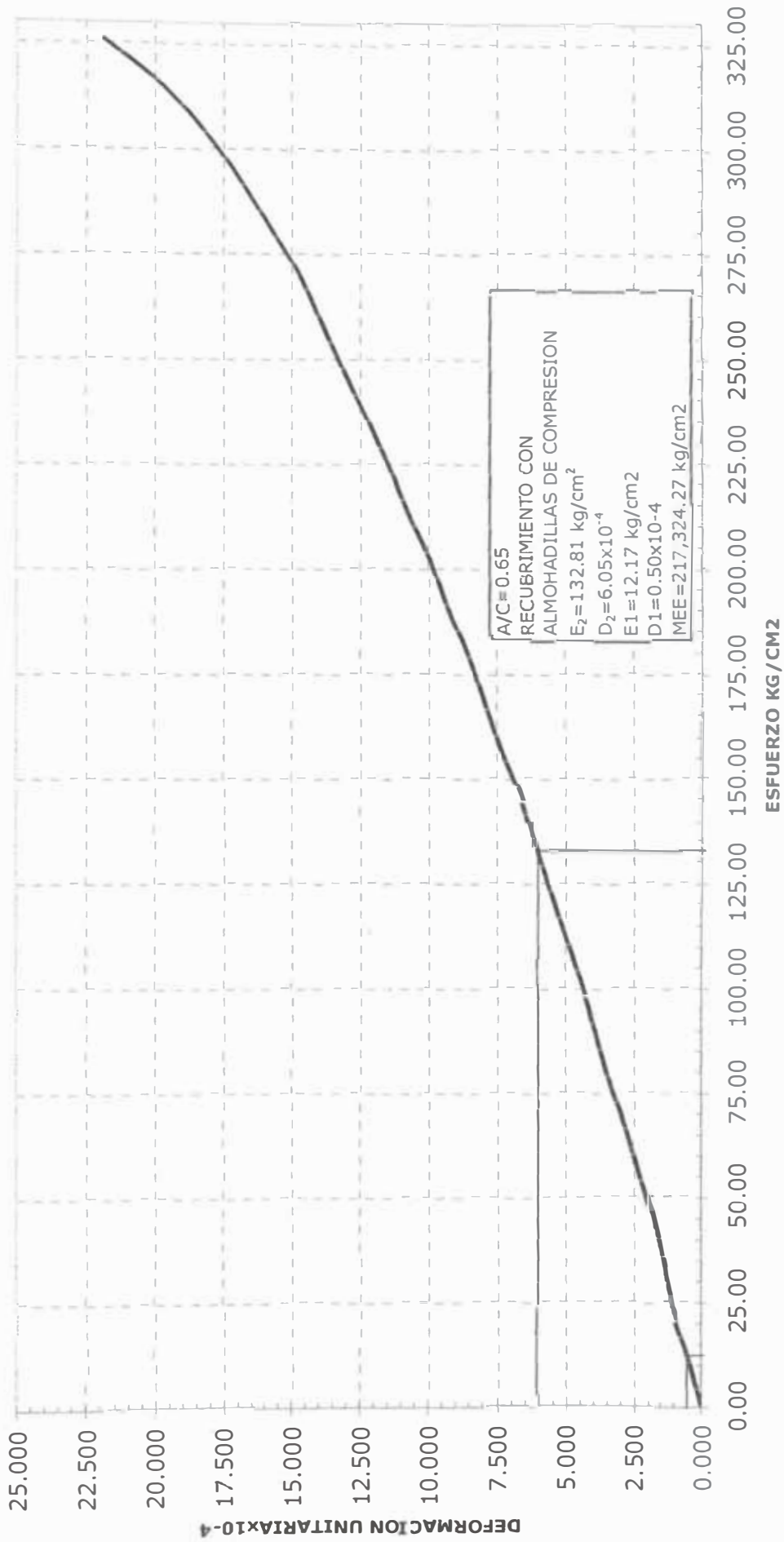
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

**ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
NORMA : ASTM C-469 : 1983
GRAFICO RESUMEN H1**

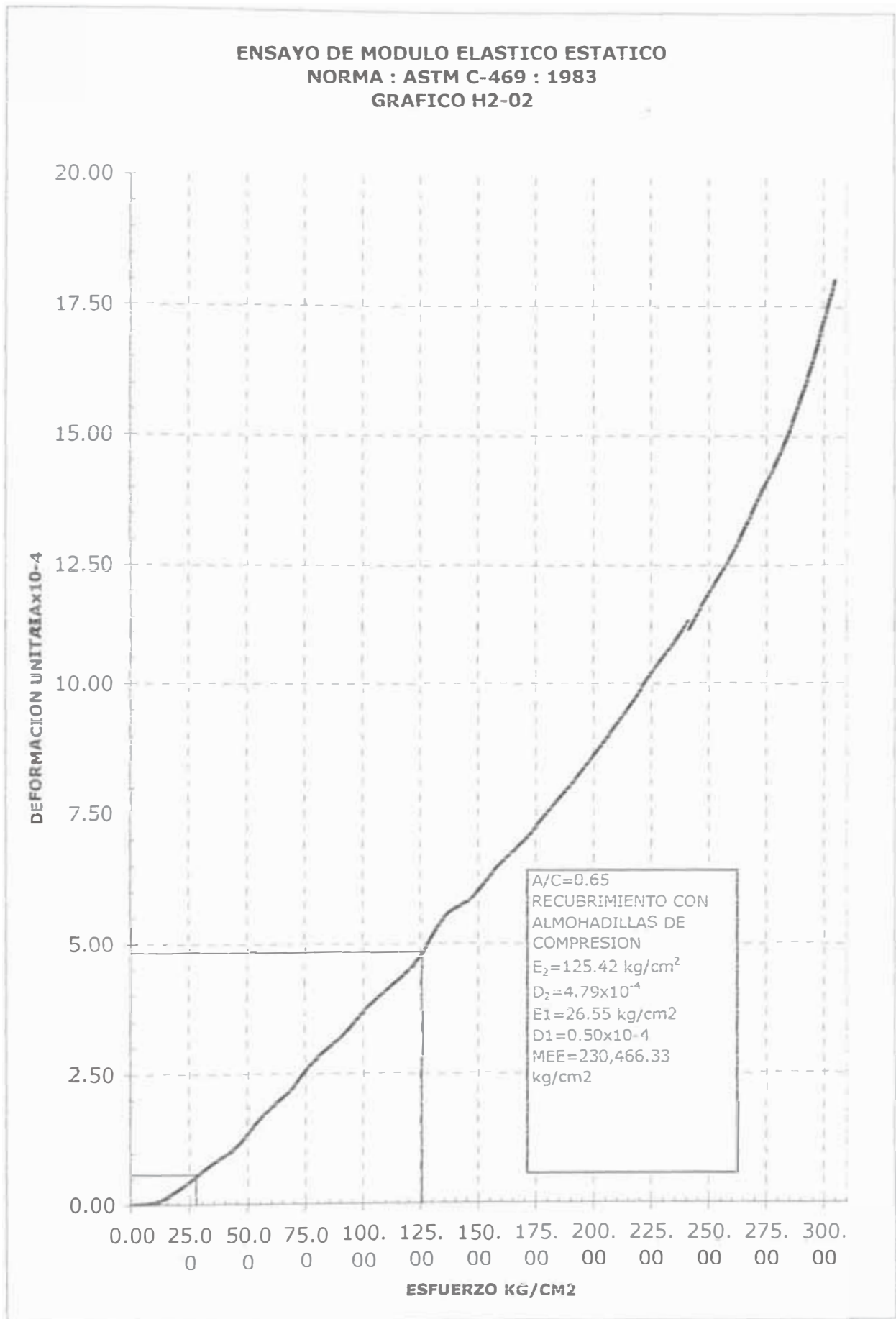


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO H2-01

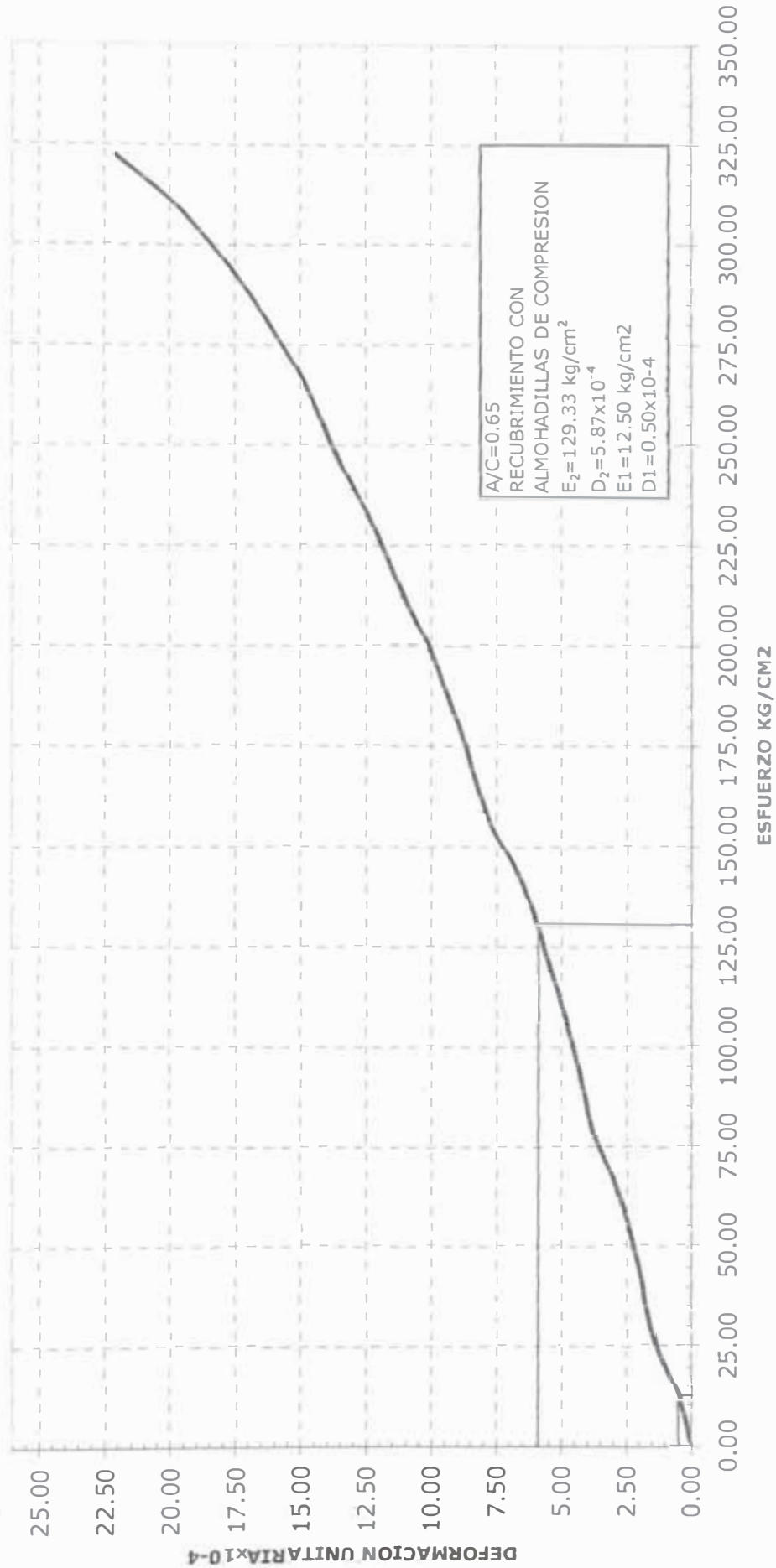


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



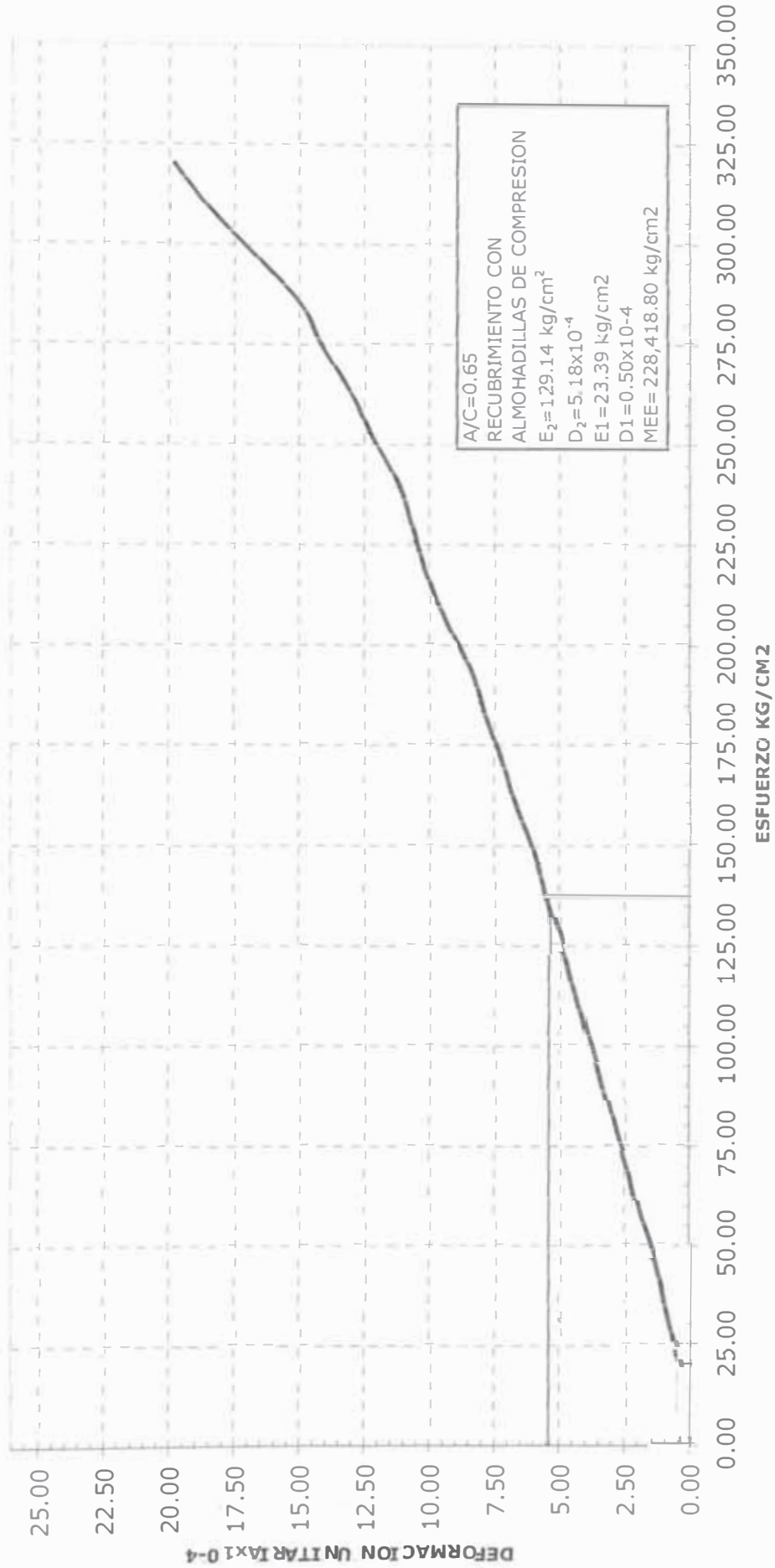
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA,
 UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE
 Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO
NORMA : ASTM C-469 : 1983
GRAFICO H2-03

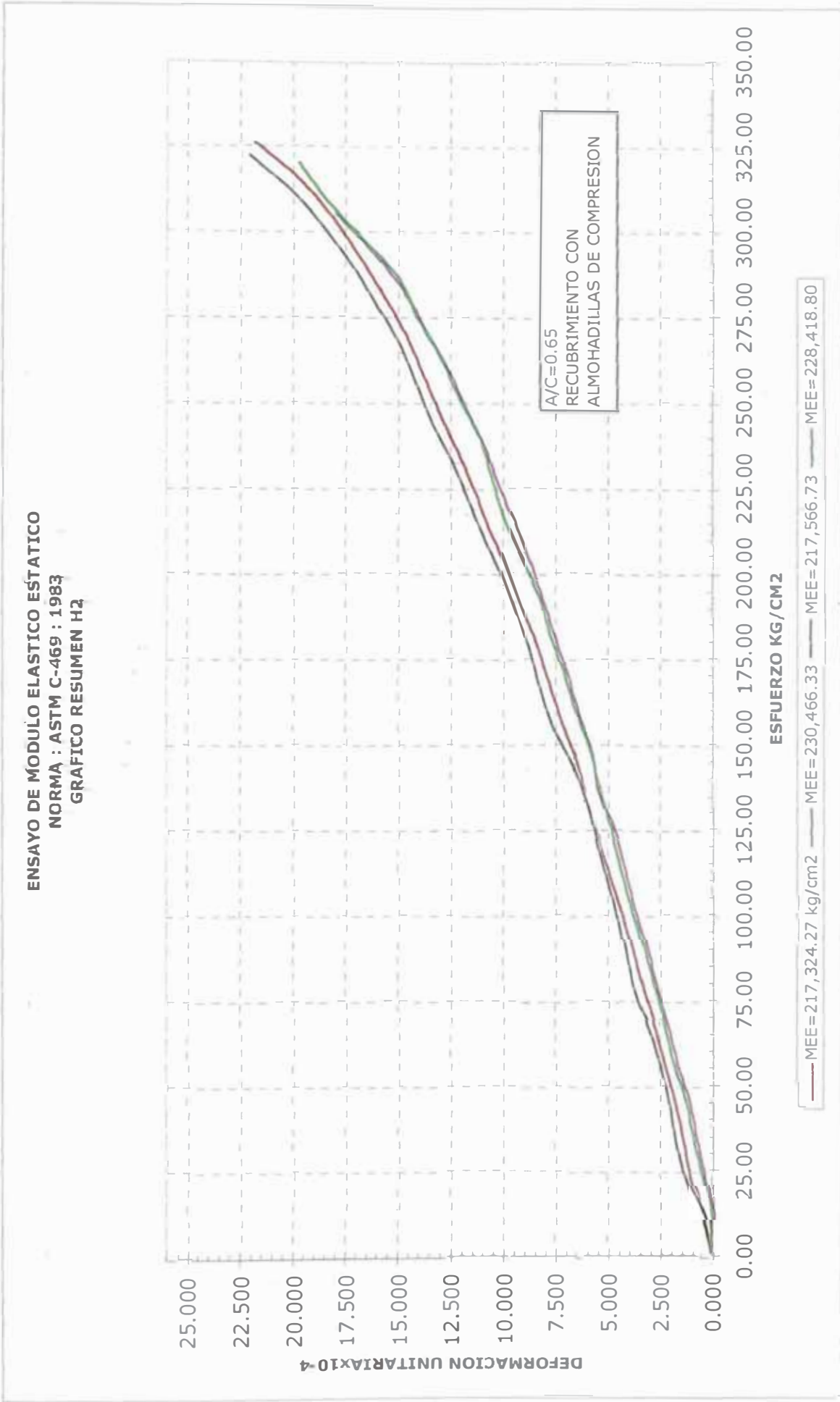


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECURRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO H2-04

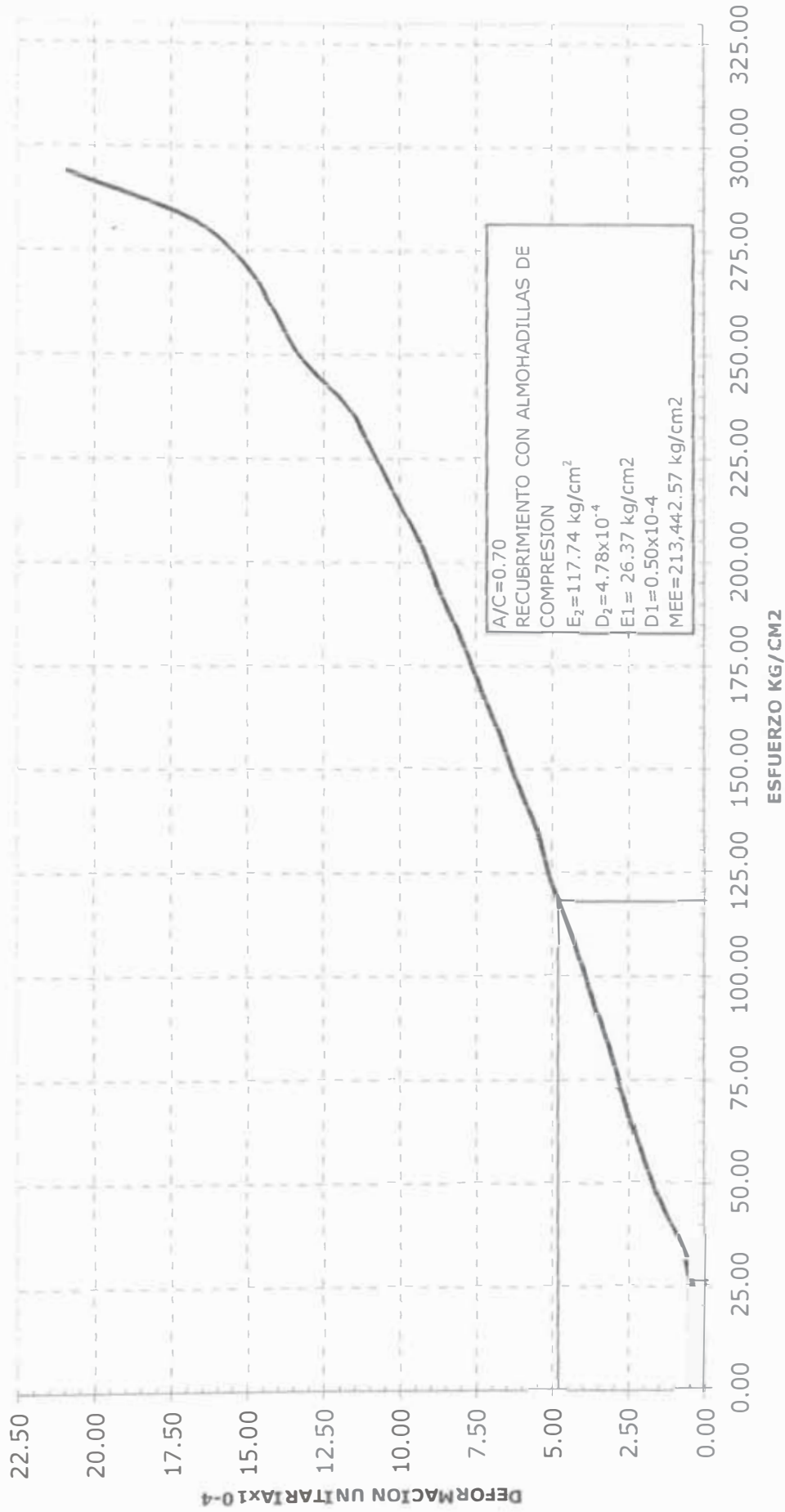


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



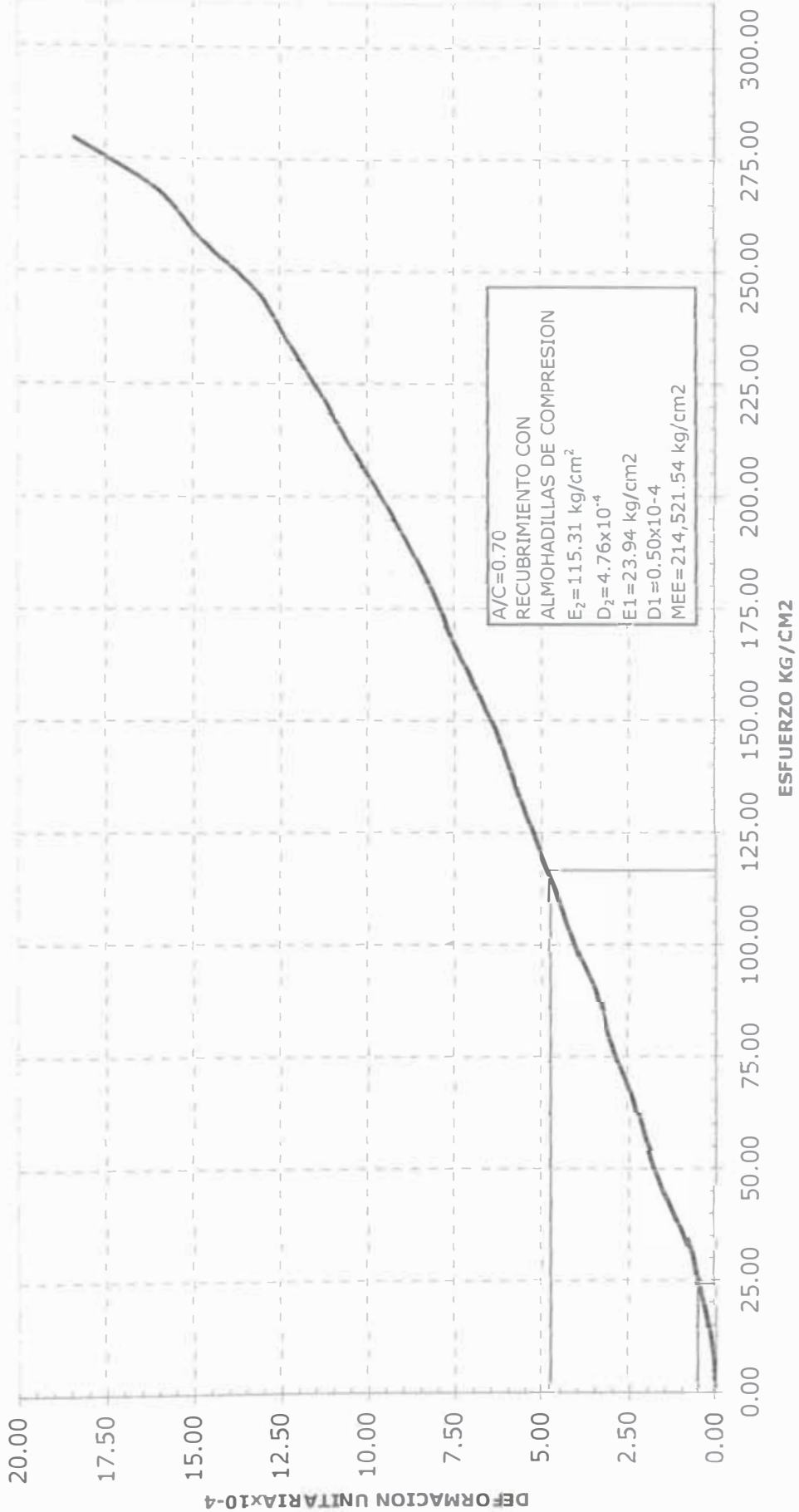
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECURRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO H3-01



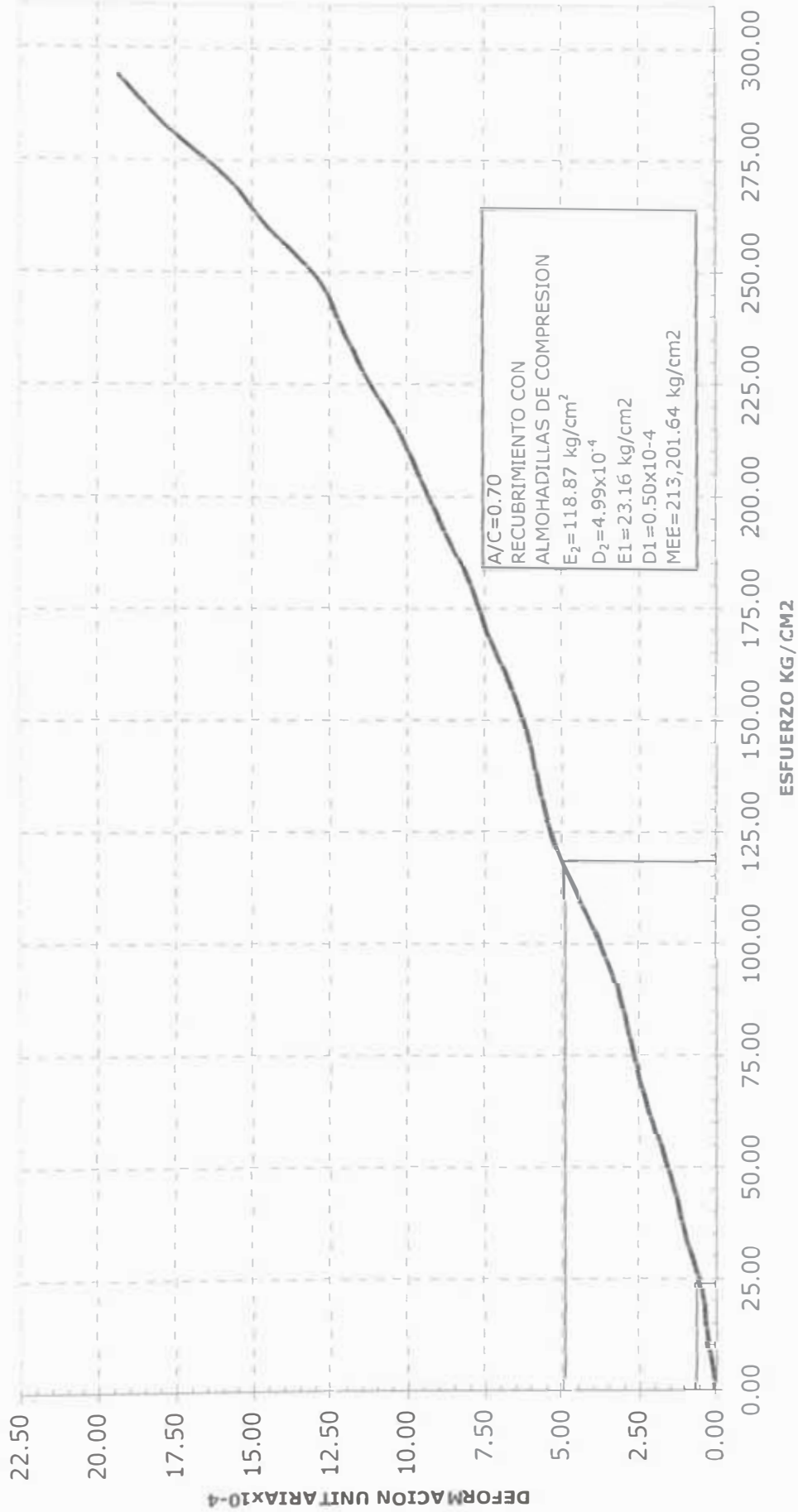
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO H3-02



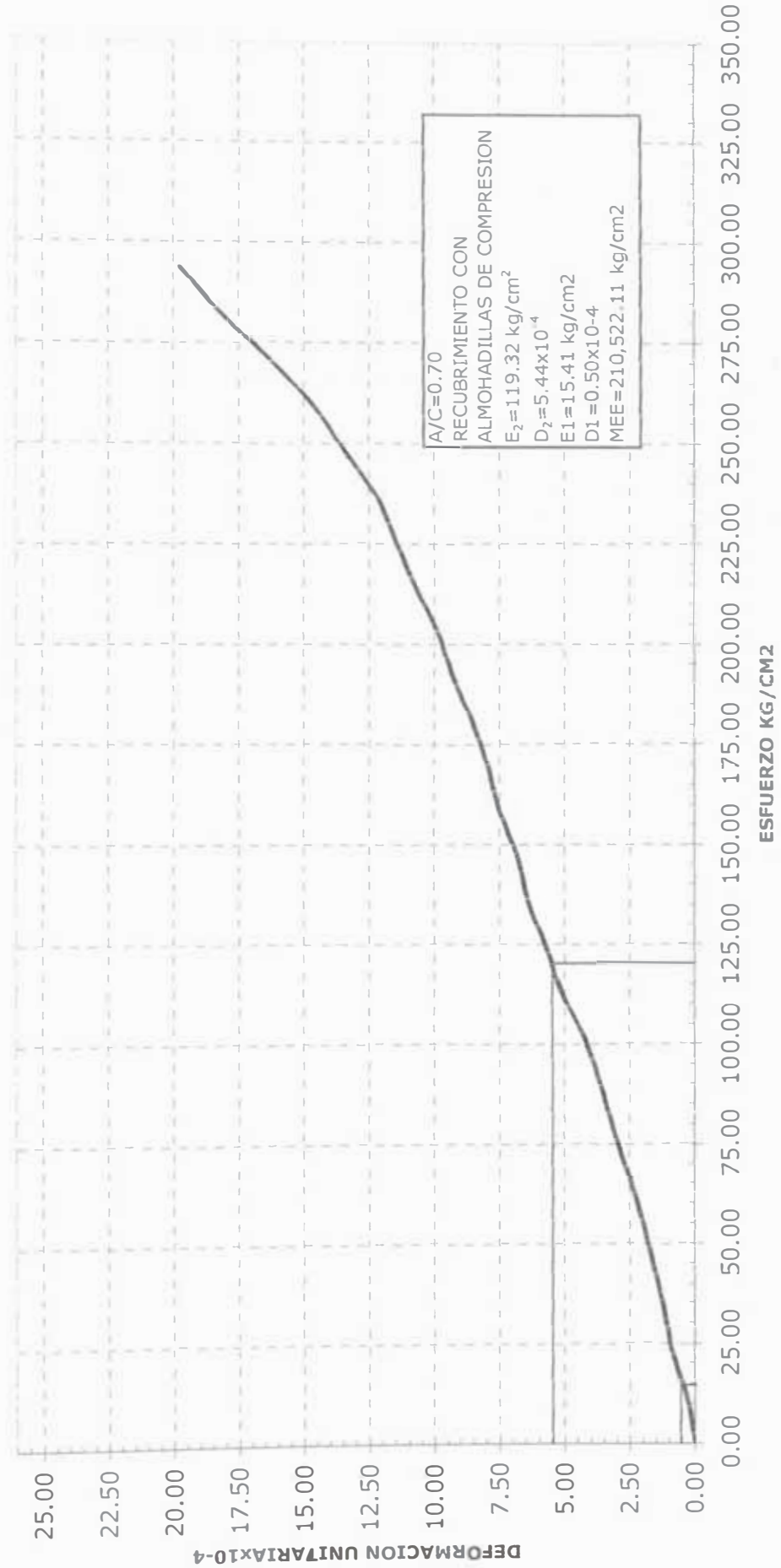
TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECURRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO H3-03

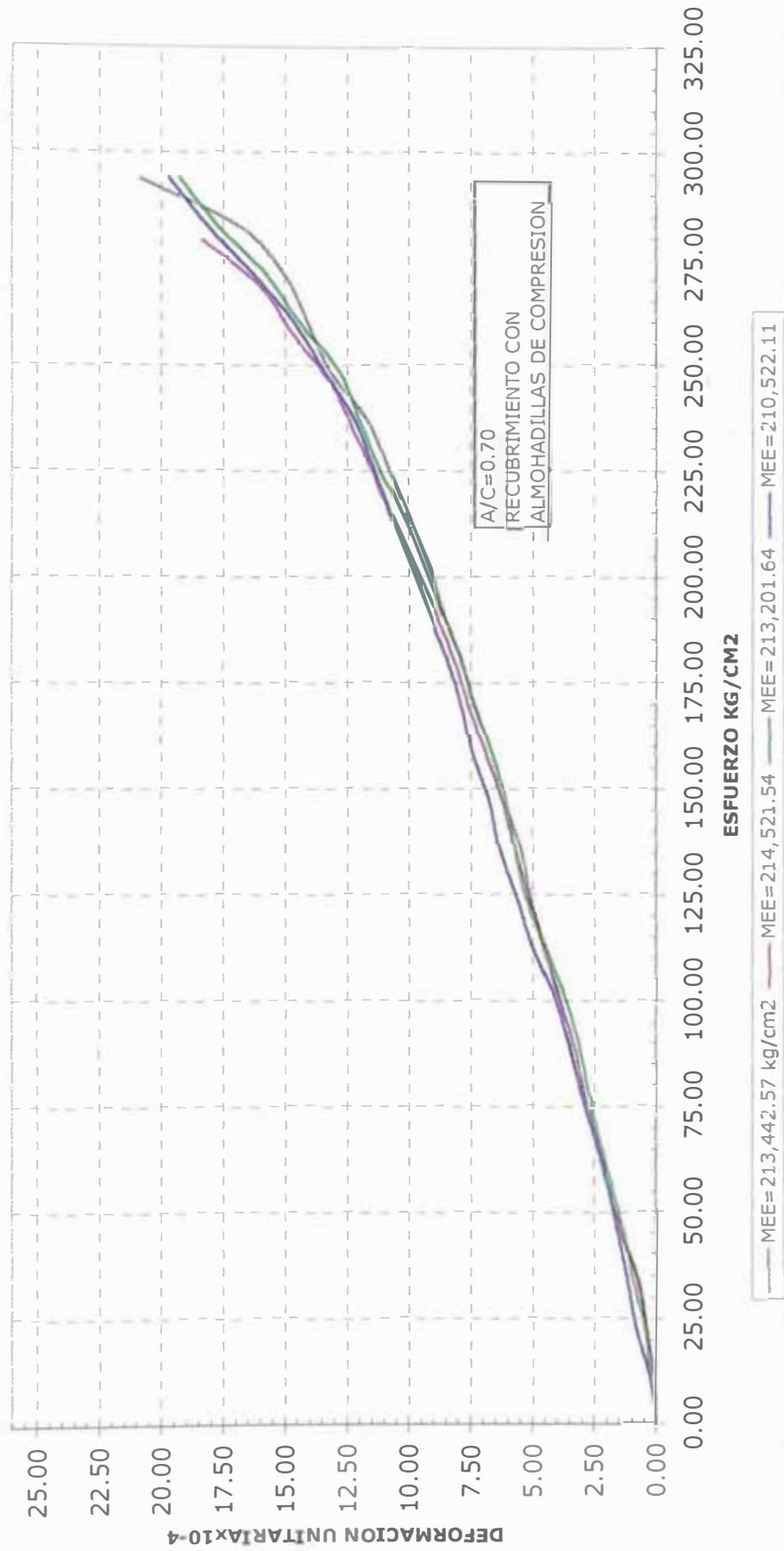


TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECURRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
NORMA : ASTM C-469 : 1983
GRAFICO H3-04



ENSAYO DE MODULO ELASTICO ESTATICO
 NORMA : ASTM C-469 : 1983
 GRAFICO RESUMEN H3



TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

CAPITULO VI

ANALISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS

6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS

GENERALIDADES

En el presente capítulo de la tesis de investigación llamado "Estudio Comparativo de la Resistencia del Concreto de Mediana a Baja Resistencia, Utilizando Recubrimiento de Azufre y Almohadillas de Compresión en las Probetas", analizaremos todos los resultados obtenidos que se presentan en los cuadros y gráficos en el Capítulo V.

El objetivo primordial del presente trabajo de investigación, es hacer un análisis comparativo de la resistencia del concreto de mediana a baja resistencia, al estado endurecido, reemplazando el recubrimiento de azufre por almohadillas de compresión.

En cada relación agua/cemento, 0.60, 0.65 y 0.70 se elaboraron para el ensayo a la compresión, 06 probetas para ensayar a los 07 días, 06 probetas a los 14 días, y 60 probetas a los 36 días; y en el ensayo del modulo elástico estático se elaboraron 08 probetas para ensayar a los 36 días, y para el ensayo de la resistencia a la tracción por compresión diametral se fabricaron 03 probetas a los 36 días respectivamente.

En total se ensayaron 249 probetas, de las cuales 129 probetas se ensayaron utilizando recubrimiento de azufre y 120 probetas utilizando almohadillas de compresión; todas las probetas cilíndricas de 6" de diámetro de concreto se ensayaron en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

6.1. AGREGADOS

6.1.1 AGREGADO FINO

El agregado fino usado en la presente tesis de investigación proviene de la cantera TRAPICHE. De la gráfica A-01, cuya granulométrica vemos que se encuentra dentro de los límites determinados por la norma NTP 400.012. Asimismo podemos notar que la curva se inclina más al lado derecho con tendencia hacia una arena gruesa.

El modulo de finura tiene un valor de 3.26, verificando con el rango recomendable [2.8, 3.2], relativamente se encuentra fuera del rango.

Los valores obtenidos del Porcentaje de Absorción, Contenido de Humedad, Peso Específico de Masa, Superficie Específica son: 0.94, 0.8745%, 2.64 gr/cm³, 37.62 cm² respectivamente.

El Porcentaje de fino que pasa la Malla # 100, se obtuvo un valor igual a 5.03%, confirmando que se encuentra ligeramente fuera del rango permisible (3% a 5%).

6.1.2 AGREGADO GRUESO

El agregado grueso de la presente tesis de investigación proviene de la cantera GLORIA. De la gráfica A-02 curva granulométrica se encuentra dentro del huso seleccionado, este huso se ha establecido teniendo en cuenta su tamaño máximo nominal, que es de 1", que según la Norma ASTM C-33, podemos verificar que el número de identificación de granulometría es el N57. El modulo de finura tiene un valor de 7.25.

Los valores obtenidos del Porcentaje de Absorción, Contenido de Humedad, Peso Específico de Masa, Superficie Específica son: 0.6092, 0.25%, 2.81 gr/cm³, 1.43 cm²/gr respectivamente.

6.1.3 AGREGADO GLOBAL

Posteriormente a la combinación en diferentes proporciones entre el agregado GRUESO y FINO, se tomó la combinación que tiene el máximo peso unitario compactado, como se observa en la gráfica B-04, donde la proporción del agregado grueso optima es de 48% y del agregado fino 52%.

De la gráfica A-03, la curva granulométrica del agregado global se encuentra dentro del HUSO DIN 1045, aceptando su combinación y con respecto al modulo de finura se obtuvo un valor de 5.18.

6.2. ESTADO FRESCO DEL CONCRETO

El asentamiento se encuentra entre 3" y 4", de acuerdo al cuadro 3.2, considerando a la mezcla como una consistencia plástica.

Del cuadro 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, el Peso Unitario varían entre 2300 y 2500 kg/m³, por lo que se considera un concreto normal.

El Porcentaje de Fluidéz según el cuadro 3.3.1, para a/c 0.60, 0.65 y 0.70 son: 121.7%, 104.7% y 106.0% respectivamente.

De acuerdo al cuadro 3.4.1, el Contenido de Aire para a/c 0.60, 0.65 y 0.70 son: 1.8 %, 0.5% y 0.2% respectivamente.

Del gráfico C-01, C-02 y C-03, correspondiente al Ensayo del Tiempo de Fraguado para a/c 0.60, 0.65, 0.70 el Tiempo de Fragua Inicial son: 4.92 horas, 5.05 horas, 5.79 horas y el Tiempo de Fragua Final son: 6.37 horas, 6.62 horas, 7.12 horas.

El ensayo de Exudación según los cuadros D-01, D-02 y D-03, para un a/c 0.60, 0.65 y 0.70 son: 1.74%, 2.67% y 3.43% respectivamente.

6.3. ANALISIS COMPARATIVO AL ESTADO ENDURECIDO

6.3.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (kg/cm^2)

A continuación se presentan los cuadros comparativos resumen de la resistencia del concreto al estado endurecido, utilizando recubrimiento con azufre y almohadillas de compresión en las probetas.

Cuadro 6.3.1.1

A los 7 días

A/C	RECUBRIMIENTO CON AZUFRE			RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION		
	f'_{cp} (kg/cm^2)	S (kg/cm^2)	C.V (%)	f'_{cp} (kg/cm^2)	S (kg/cm^2)	C.V (%)
0.60	273.76	12.04	4.40	273.74	3.59	1.31
0.65	264.11	0.77	0.29	267.21	4.69	1.75
0.70	212.05	8.04	3.79	236.96	6.07	2.56

Cuadro 6.3.1.2

A los 14 días

A/C	RECUBRIMIENTO CON AZUFRE			RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION		
	f'_{cp} (kg/cm^2)	S (kg/cm^2)	C.V (%)	f'_{cp} (kg/cm^2)	S (kg/cm^2)	C.V (%)
0.60	286.33	7.83	2.74	314.15	8.39	2.67
0.65	264.60	18.78	7.10	289.52	5.58	1.93
0.70	260.19	19.13	7.35	264.22	6.02	2.28

Nota: f'_{cp} = Resistencia a la compresión promedio del concreto (30 probetas); S = Desviación estándar (30 probetas); $C.V.$ = Coeficiente de variación (30 probetas).

Cuadro 6.3.1.3

A los 36 días

A/C	RECUBRIMIENTO CON AZUFRE			RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION		
	f'_{cp} (kg/cm ²)	S (kg/cm ²)	C.V (%)	f'_{cp} (kg/cm ²)	S (kg/cm ²)	C.V (%)
0.60	317.89	14.24	4.48	341.29	8.70	2.55
0.65	287.39	14.66	5.10	316.94	8.38	2.65
0.70	283.52	12.33	4.35	300.21	11.26	3.75

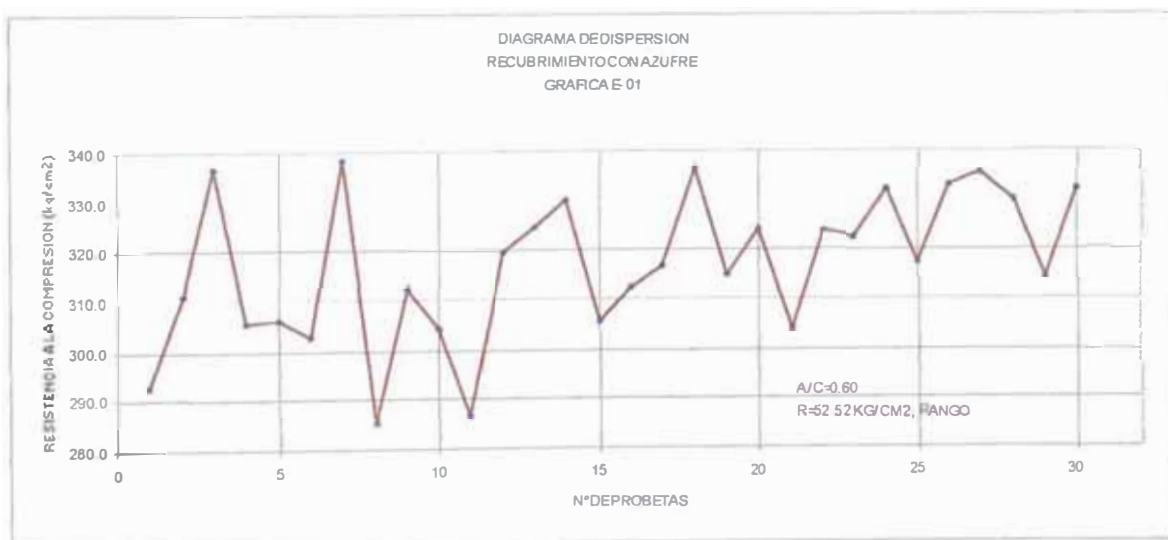
De los cuadros 6.3.1.1, 6.3.1.2 y 6.3.1.3 podemos apreciar en forma general, de acuerdo a los resultados para cada relación agua-cemento, que la resistencia a la compresión del concreto es mayor utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión que utilizando recubrimiento con azufre, además se observa, que el coeficiente de variación disminuye, cuando se utiliza recubrimiento con almohadillas de compresión.

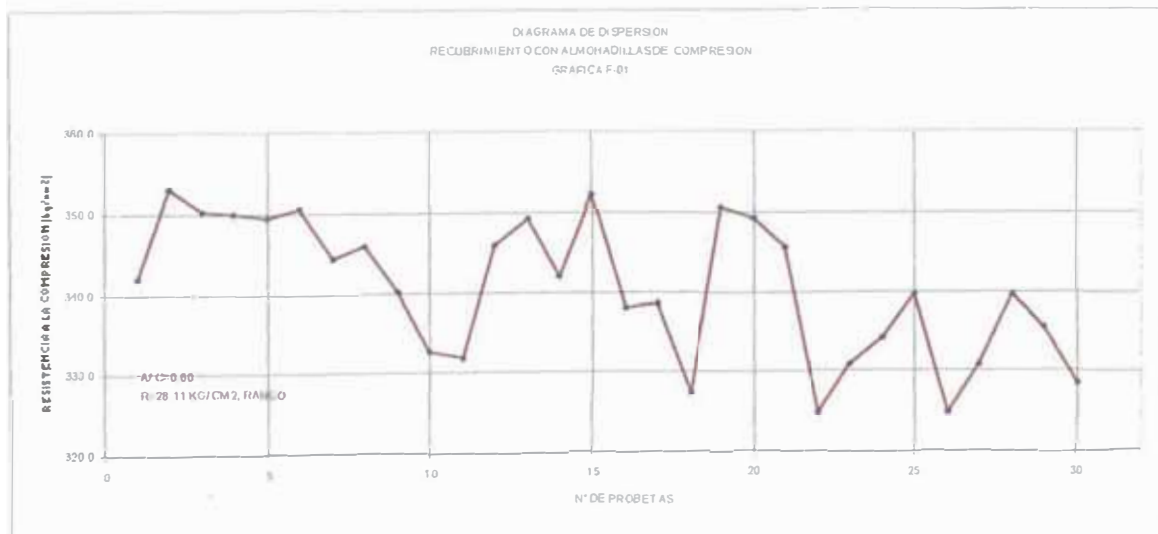
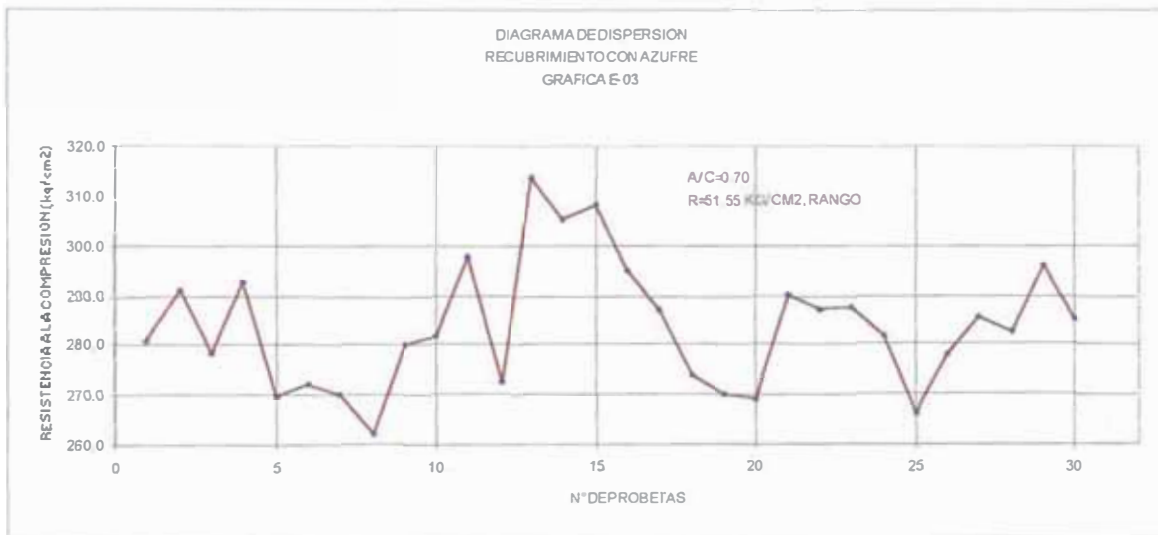
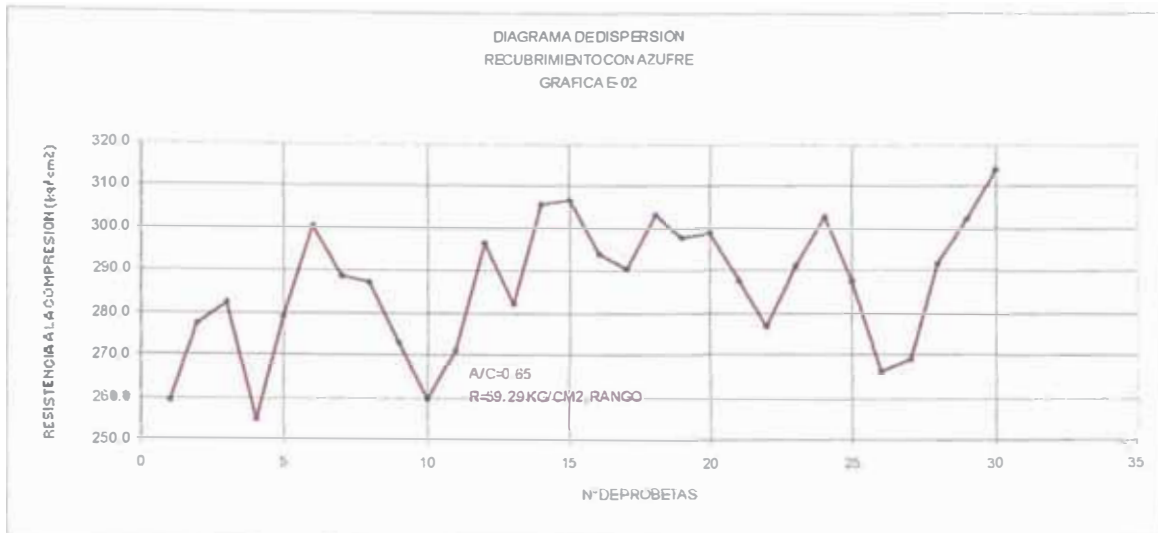
Del cuadro 6.3.1.1 se observa, que para $A/C=0.60$, 0.65 y 0.70 , la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días, utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión con respecto al recubrimiento con azufre alcanza el 100%, 101.17% y 111.74% respectivamente, igualmente la desviación estándar alcanza el 29.82%, 609.09% y 75.50%, también se aprecia que el coeficiente de variación alcanza el 29.77%, 603.45% y 67.55%.

Del cuadro 6.3.1.2 se observa, que para $A/C=0.60$, 0.65 y 0.70 la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión con respecto al recubrimiento con azufre alcanza el 109.72%, 109.42% y 101.54% respectivamente, igualmente la desviación estándar alcanza el 107.15%, 29.71% y 31.47%, también se aprecia que el coeficiente de variación alcanza el 97.44%, 27.18% y 31.02% respectivamente.

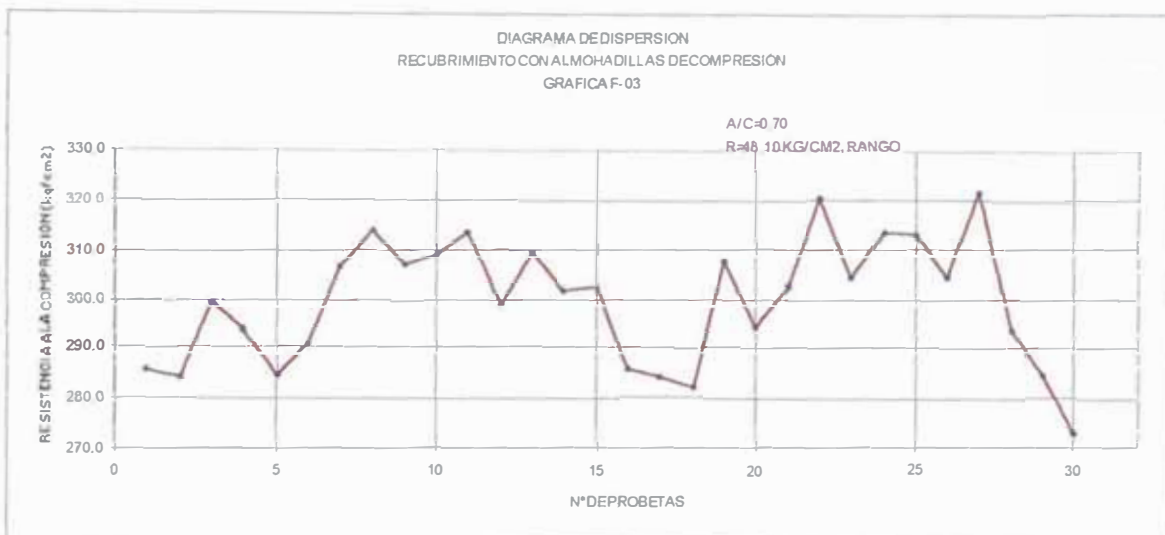
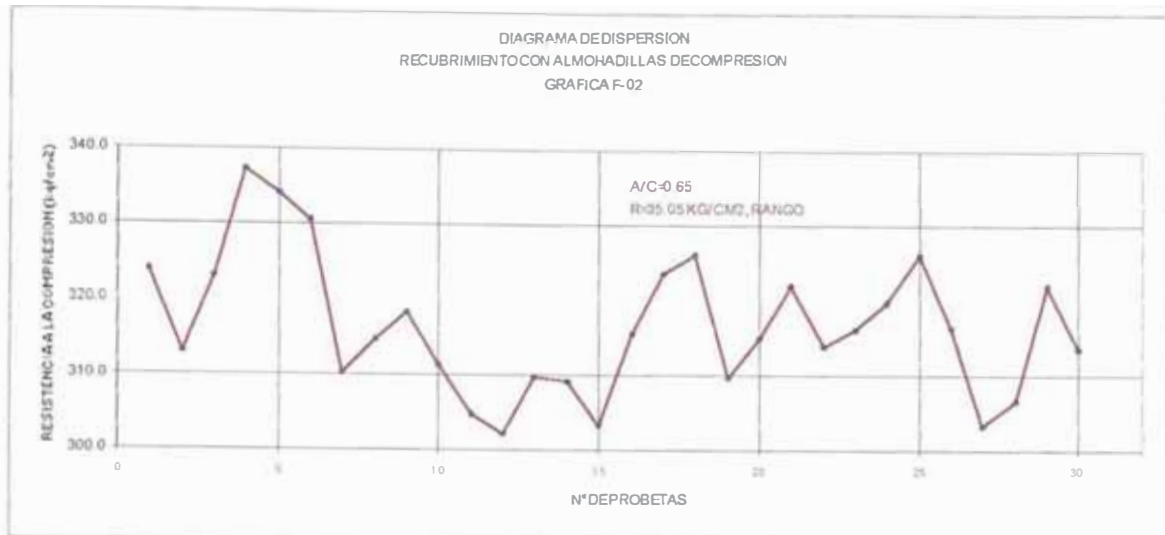
Del cuadro 6.3.1.3 se observa, que para $A/C=0.60$, 0.65 y 0.70 la resistencia a la compresión del concreto a los 36 días utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión con respecto al recubrimiento con azufre alcanza el 107.36%, 110.28% y 105.89% respectivamente; la desviación estándar alcanza el 71.08%, 57.16% y 91.32% también se aprecia que el coeficiente de variación alcanza el 56.92%, 51.96% y 86.21% respectivamente.

La disminución del coeficiente de variación también se puede apreciar de la grafica de dispersión E-01, E-02 y E-03, comparándolo con la gráfica F-01, F-02 y F-03 respectivamente que se presenta a continuación:





TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



Para evaluar si difiere entre si significativamente con respecto a sus medias, la resistencia a la compresión del concreto, utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión con respecto al recubrimiento con azufre, se utiliza la prueba estadística "t" de Student, que propone dos hipótesis.

1: La resistencia a la compresión del concreto utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión difiere significativamente que si se utiliza recubrimiento de azufre

2: La resistencia a la compresión del concreto utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión no difiere significativamente, que si se utiliza recubrimiento de azufre.

Para esta prueba se utiliza los datos del cuadro 6.3.1.3, por lo que para cada relación A/C se ensayaron 60 probetas a los 36 días.

El valor de "t" se obtiene mediante la siguiente formula:

$$t = (f'_{CP1} - f'_{CP2}) / \sqrt{(S^2_1/N_1 + S^2_2/N_2)}$$

Para saber si el valor de "t" es significativo se aplica la formula y se calcula los grados de libertad que es igual a:

$$gl = (N_1 + N_2) - 2$$

Una vez calculado el valor de "t" y "gl" se elige el nivel de confianza ($\alpha=99\%$) y se compara el valor calculado contra el valor de la tabla.

A continuación se presenta el cuadro 6.3.1.4

Cuadro 6.3.1.4

A/C	f'_{cp1} kg/cm ²	S^2_1 Kg ² /cm ⁴	f'_{cp2} kg/cm ²	S^2_2 Kg ² /cm ⁴	"t" Student Calculado	"t" Student Tabla
0.60	341.29	75.69	317.89	202.78	7.68	2.3926
0.65	316.94	70.22	287.39	214.92	9.58	2.3926
0.70	300.21	126.79	283.52	152.03	5.47	2.3926

Nota:

$N_1=30, N_2=30$

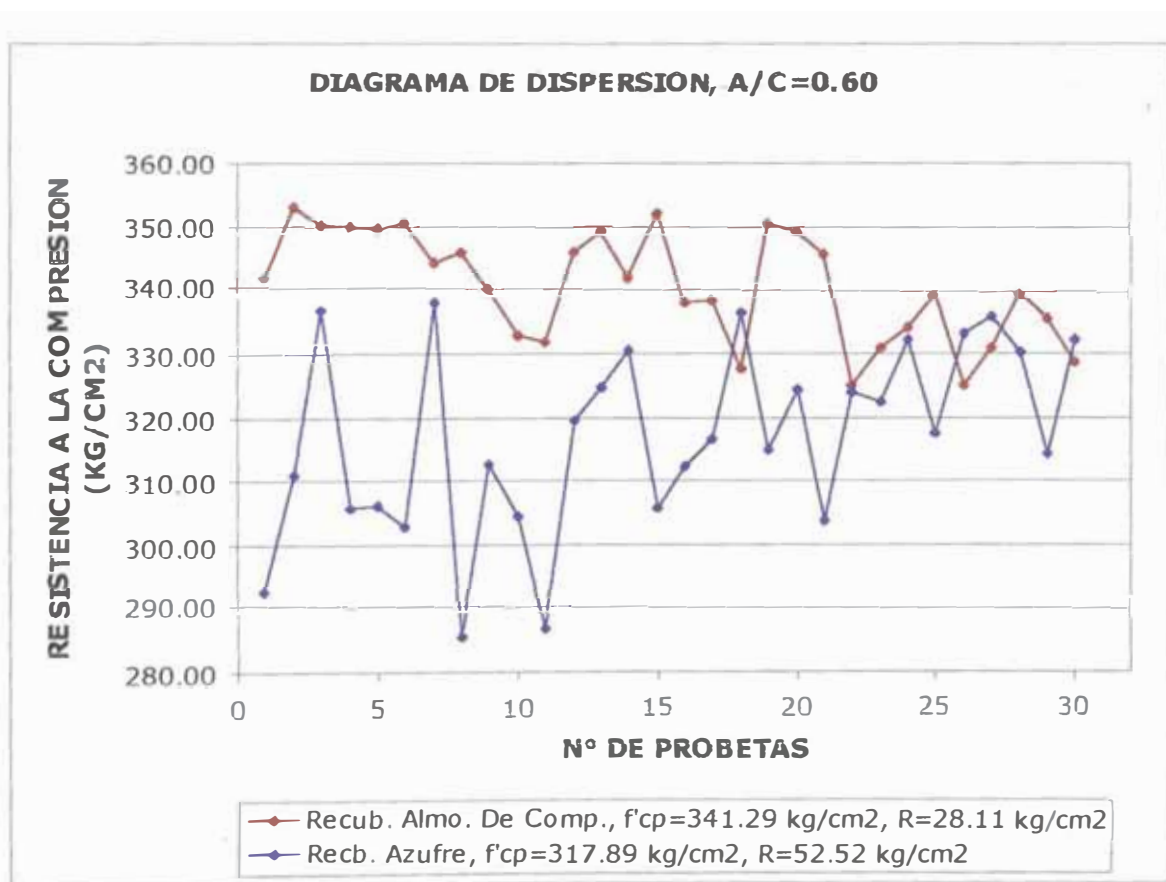
Numero de ensayos

$gl = N_1 + N_2 - 2$

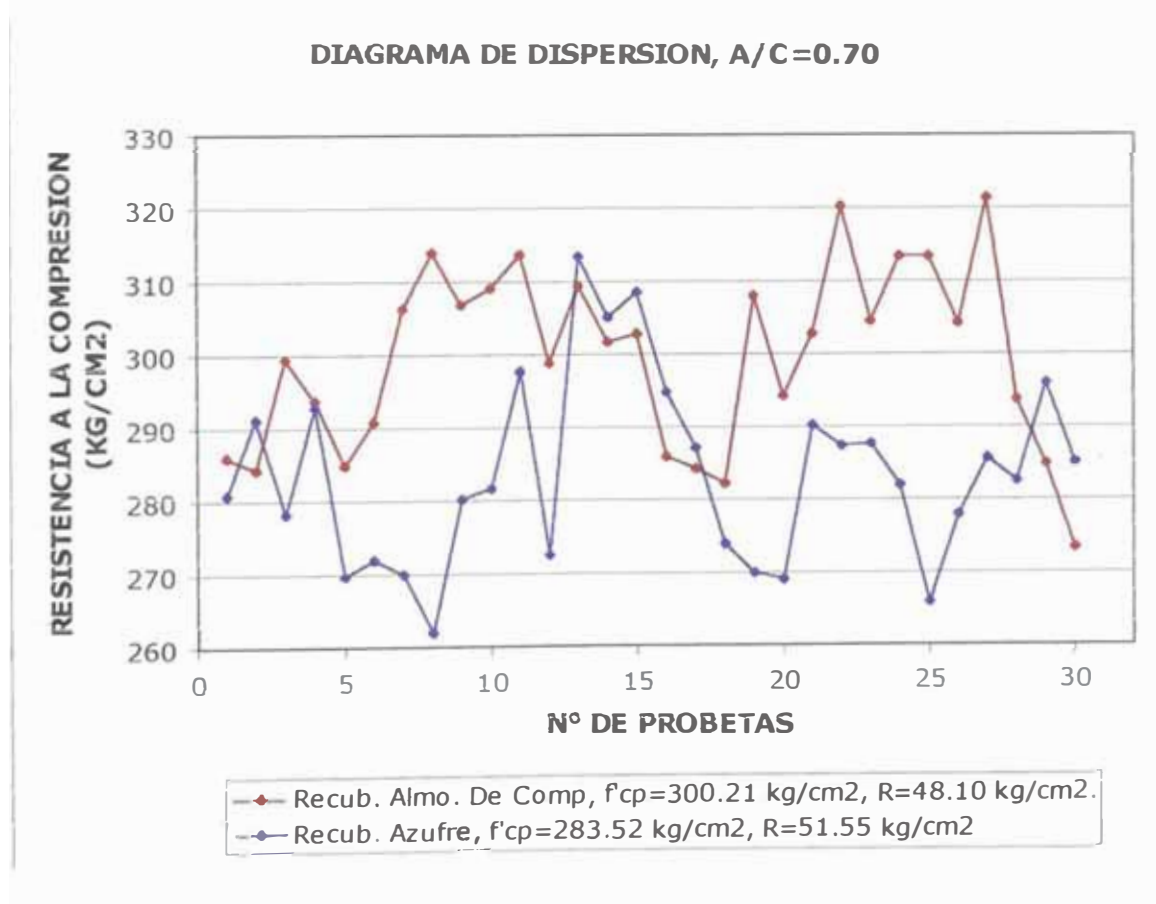
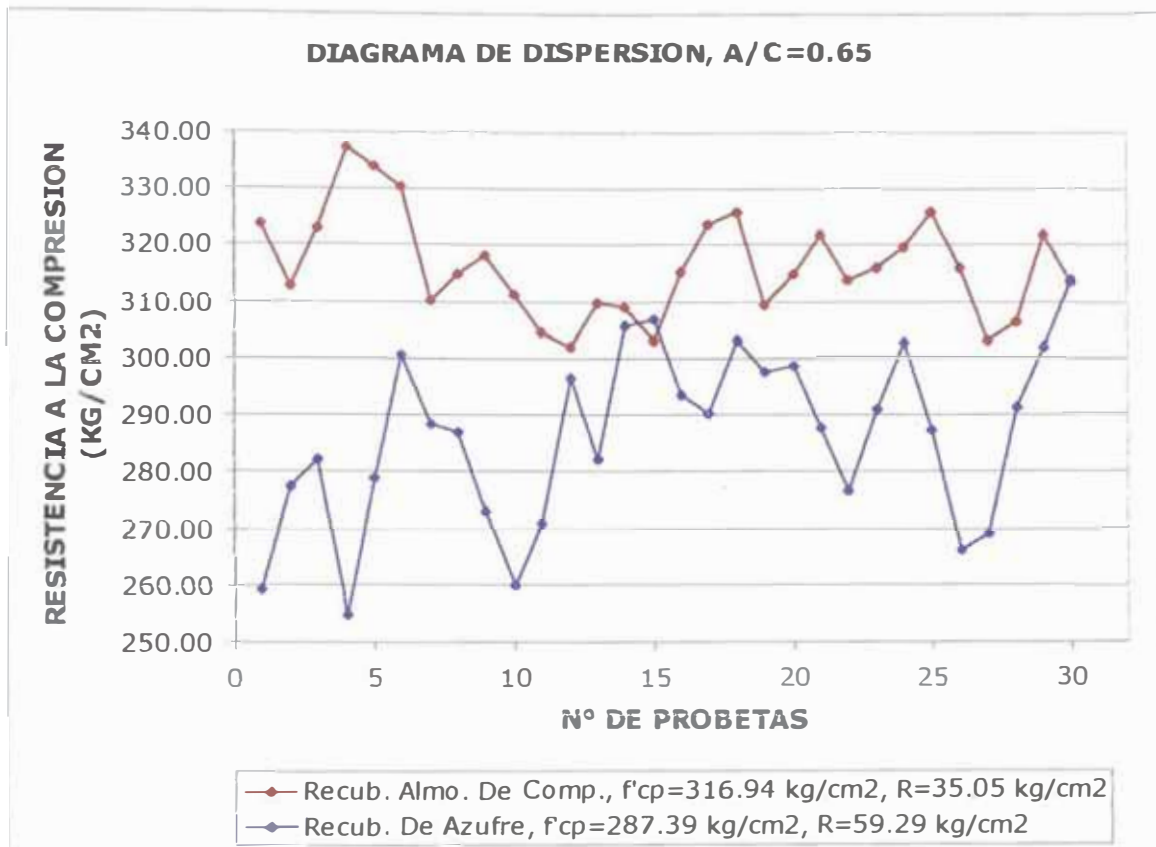
Grado de libertad

$\alpha=99\%$	Nivel de confianza
f'_{cp1}	Resistencia a la compresión promedio del concreto, utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión.
f'_{cp2}	Resistencia a la compresión promedio del concreto, utilizando recubrimiento con azufre.
S^2_1	Desviación estándar utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión.
S^2_2	Desviación estándar utilizando recubrimiento con azufre.

La diferencia de medias entre la resistencia del concreto a la compresión, utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión con respecto al recubrimiento de azufre, se observa en las graficas de Dispersión E-01, E-02 y E-03 superponiéndolo con la grafica F-01, F-02 y F-03 respectivamente que se presenta a continuación:



TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS



TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

6.3.2 ENSAYO DEL MODULO ELASTICO ESTATICO (MEE)

Del cuadro 6.3.2.1 que se presenta a continuación se deduce que el modulo elástico estático promedio utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión respecto al recubrimiento con azufre para $A/C=0.60$, $A/C=0.65$ y $A/C=0.70$ alcanza el 102.44%, 101.09% y 100.95% respectivamente, la desviación estándar alcanza el 16.97%, 184.21% y 46.39% de igual manera el coeficiente de variación alcanza el 16.53%, 182.46% y 45.98% respectivamente.

Cuadro 6.3.2.1

A los 36 días

A/C	RECUBRIMIENTO CON AZUFRE				RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION			
	MEE kg/cm ²	MEE _p kg/cm ²	S kg/cm ²	C.V %	MEE kg/cm ²	MEE _p kg/cm ²	S kg/cm ²	C.V %
0.60	232342.5	226908.5	5355.1	2.36	231494.8	232434.3	909.62	0.39
	222554.8				232305.9			
	230666.9				213201.6			
	222068.7				210522.1			
0.65	218309.6	221028.2	3787.7	1.71	217324.3	223444.0	6977.47	3.12
	224856.8				230466.3			
	217281.5				217566.7			
	223664.9				228418.8			
0.70	209878.3	210907.1	3664.1	1.74	213442.6	212921.9	1699.72	0.80
	213724.3				214521.5			
	213865.3				213201.6			
	206160.6				210522.1			

Nota: MEE_p= Modulo elástico estático promedio del concreto (04 probetas); S=Desviación estándar del MEE (04 probetas); C.V.= Coeficiente de variación MEE (04 probetas).

6.4. ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS

En el presente estudio de investigación, se realiza el análisis de costos comparativos teniendo en cuenta que los materiales se encuentran en Lima.

Para este análisis de costos no se ha considerado el costo de la olla de capping, guiador para colocar camping y extractor de aire que se utiliza para el recubrimiento de azufre, así como el costo de los platos de retención utilizado para el recubrimiento con almohadillas de compresión, por lo que sus usos tendría poco incidencia en el análisis de costo.

Tabla 6.4.1

COSTO DE RECUBRIMIENTO CON AZUFRE

Rendimiento 80 probetas/día

ITEM	INSUMOS	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL S/.
01	Bentonita	Kg.	2.52	1.00	2.52
02	Azufre	Kg.	5.04	3.17	15.98
03	Aceite	gl	0.25	3.00	5.00
04	Corriente	día	1	3.00	3.00
05	Local	día	1	10.00	10.00
06	Operario recubrimiento	día	1	30.00	30.00
07	Ayudante rotura	día	2	25.00	50.00
08	Ingeniero Supervisor	día	1	50.00	50.00
COSTO DE 80 PROBETAS S/.					166.50
COSTO DEL REFRENTADO POR PROBETA S/.					2.08

Tabla 6.4.2**COSTO DE RECUBRIMIENTO CON ALMOHADILLAS DE COMPRESION****Según norma ASTM C 1231, numero de usos 100****Rendimiento 80 usos/día**

ITEM	INSUMOS	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL S/.
01	Almohadillas compresión	und	2	84	168.00
02	Ayudante rotura	día	2	25	50.00
03	Ingeniero Supervisor	día	1	50	50.00
COSTO PARA 80 USOS S/.					268.00
COSTO DEL REFRENTADO POR USO S/.					3.35

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 GENERALIDADES

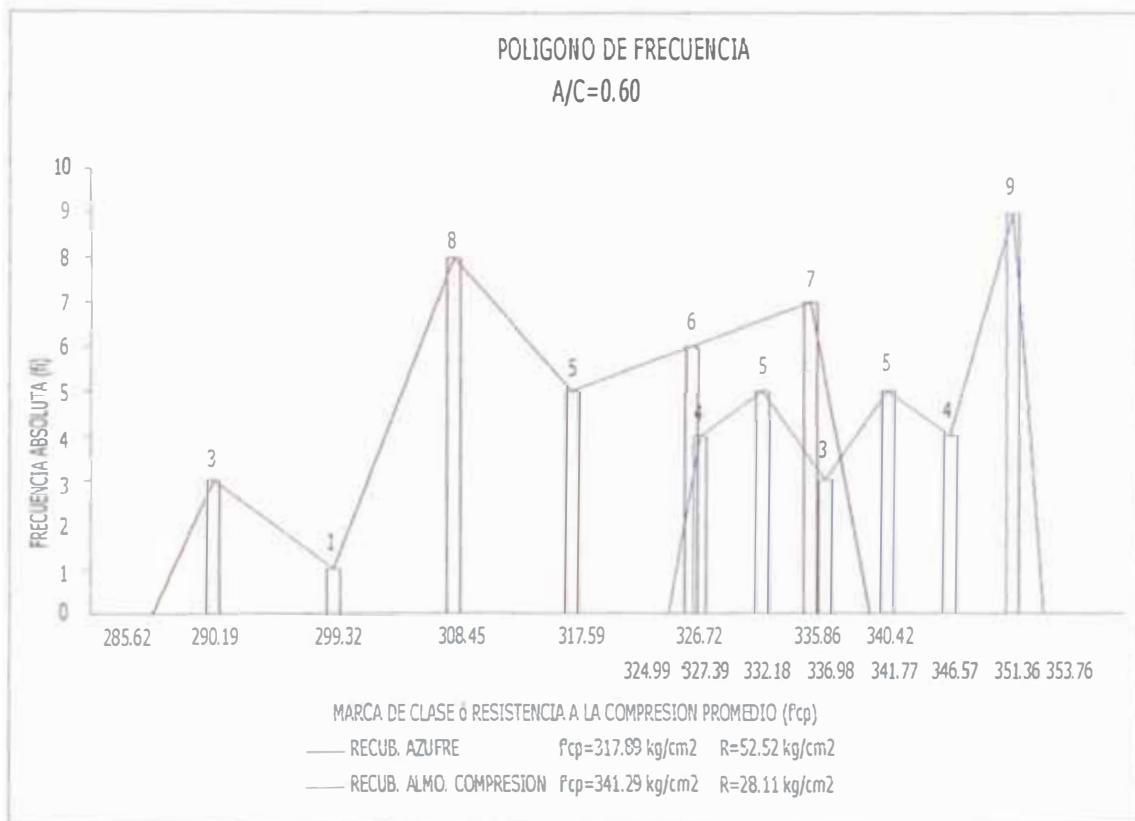
La presente tesis tiene como objetivo hacer un análisis de comparación de la resistencia del concreto de mediana a baja resistencia al estado endurecido, reemplazando el recubrimiento de la probeta con azufre por almohadillas de compresión con dureza 70 y platos de retención de fabricación USA, marca ELE INTERNACIONAL INC. /SOILTEST de 152 mm (6") de diámetro. El número de usos que se dio a las almohadillas de compresión fue de 120. La relación agua-cemento a ensayar fueron: 0.60, 0.65 y 0.70. Se usó Cemento Pórtland Tipo I-Sol, fabricado por cemento Lima S.A.

6.2 CONCLUSIONES

- 1) La resistencia del concreto con almohadillas de compresión, con respecto al recubrimiento con azufre, para $A/C=0.60$, 0.65 y 0.70 es el siguiente:
 - La resistencia a la compresión a los 7 días alcanza el 100%, 101.17% y 111.74%, la desviación estándar alcanza el 29.82%, 609.09% y 75.50%, asimismo el coeficiente de variación alcanza el 29.77%, 603.45% y 67.55% respectivamente en relación al patrón.
 - La resistencia a la compresión a los 36 días alcanza el 107.36%, 110.28% y 105.89%, la desviación estándar alcanza el 71.08%, 57.16% y 91.32%, asimismo el coeficiente de variación alcanza el 56.92%, 51.96% y 86.21% respectivamente en relación al patrón.

- 2) Los ensayos de la resistencia a la compresión con recubrimiento de almohadillas de compresión a los 36 días, para $A/C=0.60$, 0.65 y 0.70 , con respecto al recubrimiento de azufre en las probetas, difieren en forma positiva entre sí, esta diferencia significativa con respecto a sus medias, se comprueba al aplicar la prueba estadística "t" de student, con un nivel de confianza de 99%.

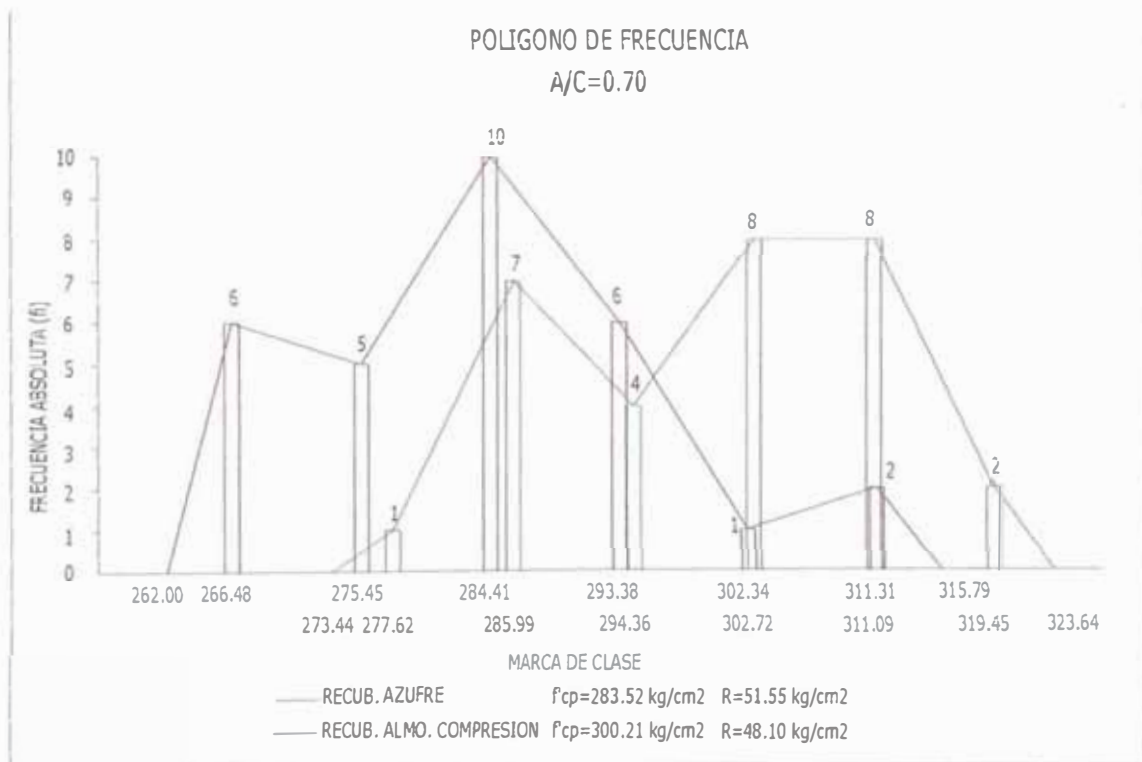
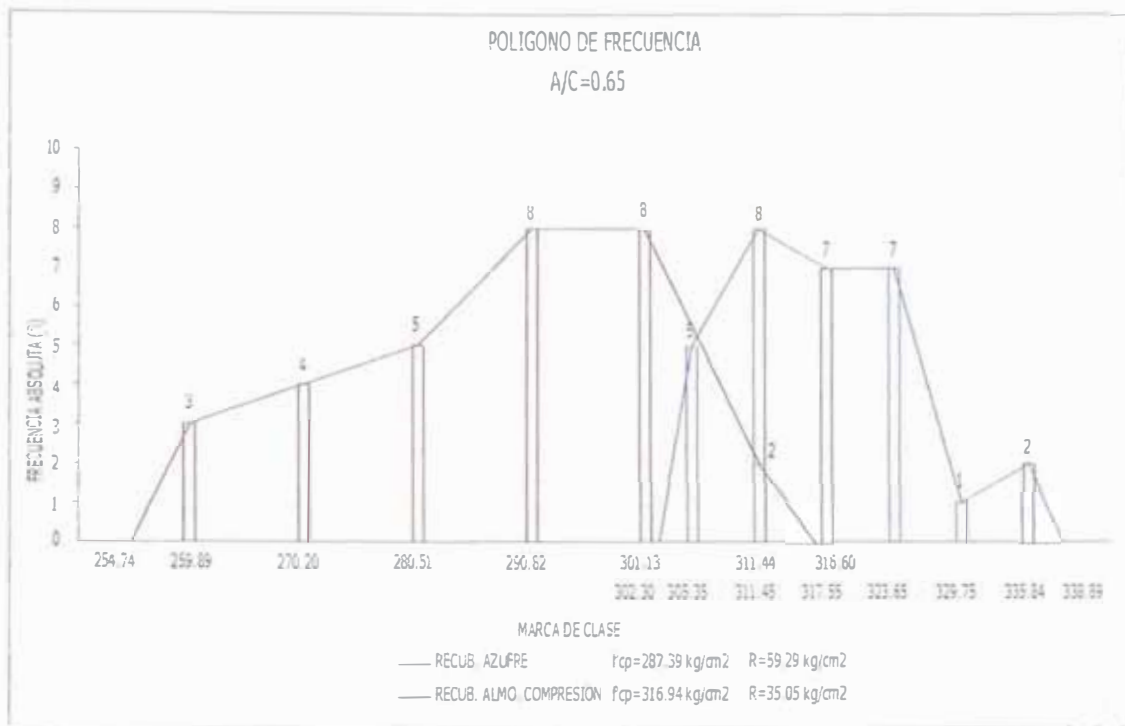
Los resultados de esta diferencia significativa se aprecian superponiendo las gráficas de Polígono de Frecuencia que se presenta a continuación:



Nota:

f'_{cp} : Marca de clase ó Resistencia a la compresión del concreto en kg/cm^2

R : Rango o amplitud en kg/cm^2



TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA, UTILIZANDO RECUBRIMIENTO DE AZUFRE Y ALMOHADILLAS DE COMPRESION EN LAS PROBETAS

- 3) En el Modulo Elástico Estático al emplear, recubrimiento con Almohadillas de Compresión en relación al recubrimiento de azufre en las probetas, a los 36 días, para A/C=0.60, 0.65 y 0.70; alcanza el 102.43%, 101.09%, 100.96%, la desviación estándar alcanza el 16.97%, 184.21% y 46.39%, asimismo el coeficiente de variación adquiere el 16.53%, 182.46% y 45.98% respectivamente en relación al patrón.
- 4) Del análisis de costos resulta, que al efectuar el ensayo a la compresión del concreto en las probetas, el costo del ensayo utilizando recubrimiento con almohadillas de compresión aumenta hasta 161.06% por ensayo si se utiliza recubrimiento de azufre.
- 5) En resumen los resultados de los ensayos a la compresión utilizando recubrimiento de almohadillas de compresión son iguales y superiores a los ensayados con azufre, para concretos de mediana a baja resistencia.

6.3 RECOMENDACIONES

- ◆ Se recomienda hacer un estudio de investigación utilizando almohadillas de compresión de procedencia USA con almohadillas de compresión fabricados en el Perú, con las características y propiedades que especifica la norma ASTM C 1231.
- ◆ Se recomienda utilizar almohadillas de compresión en las probetas como recubrimiento a pesar que el costo unitario del ensayo a la compresión es superior con respecto al recubrimiento con azufre por su **facilidad, rapidez y efectos no contaminantes ni perjudiciales a la salud.**
- ◆ Se recomienda que el usuario mantenga un registro, que indique la fecha en el que las almohadillas se colocaron en

servicio y el número de usos que ellas tendrán que estar sometidas.

- ◆ Se recomienda que las almohadillas de compresión sean suministradas con la siguiente información: el nombre del fabricante, la dureza, el rango aplicable de esfuerzo según norma ASTM C 1231 Tabla 1
- ◆ Se recomienda según norma ASTM C 1231 que los platos de retención sean de metal y tenga una profundidad de por lo menos dos veces el espesor de la almohadilla. El diámetro interior de los platos no será menor que el 102% ni mayor que 107% del diámetro de la probeta de concreto.
- ◆ Se recomienda que se debe remplazar según norma ASTM C 1231, las almohadillas de compresión, aquellas que tienen grietas o rajaduras que excedan 10 mm en su longitud sin tener en cuenta el espesor.
- ◆ Para reducir el costo de los ensayos, se recomienda limpiar las almohadillas de compresión y los extremos de los cilindros de concreto en cada ensayo.

BIBLIOGRAFIA

- Titulo : Tópicos de tecnología del concreto.
 Autor : Ing. Enrique Pasquel C.
 Biblioteca : Personal Año 1998
 Contenido : Conceptos generales sobre el concreto y los materiales para su elaboración, propiedades del concreto, diseño de mezclas, concretos especiales.
- Titulo : Diseño de mezcla
 Autor : Ing. Enrique Riva López.
 Biblioteca : Personal Año 1994
 Contenido : Diseño de mezcla para concreto
- Titulo : Naturaleza y materiales del Concreto
 Autor : American Concrete Institute A.C.I
 Biblioteca : Personal Año 2000
 Contenido : Consideraciones generales, Naturaleza del concreto, Cemento, Agregados, Efectos del agregado sobre el concreto, Agua, Aditivos.
- Titulo : Tecnología del Concreto
 Autor : American Concrete Institute A.C.I
 Biblioteca : Personal Año 1998
 Contenido : Concretos Especiales, Control de calidad del concreto
- Titulo : Boletín Técnico del N° 1 al 28 de la Asociación de Productores de cemento ASOCEM
 Autor : ASOCEM
 Biblioteca : Personal Año 1997

- Contenido : Estudio del cemento, Probetas de Concreto.
- Titulo : Normas de Ensayos
- Autor : Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)
- Biblioteca : INDECOPI Años 1987 - 1989
- Contenido : Normas de ensayos para agregados, cementos y concretos
- Titulo : Manual de Tecnología del Concreto.
- Autor : Por el Instituto de Ingeniería, UNAM.
- Biblioteca : Personal, año 1994
- Contenido : Definición y requisitos de los componentes del concreto. Concreto fresco y en curso de endurecimiento.