

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



TESIS

**“ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON
MICROSÍLICE NACIONAL Y ADITIVO PLASTIFICANTE, UTILIZANDO
CEMENTO PORTLAND TIPO I”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

Bach. YASUHIRO BELQUINK BRAVO JARA

ASESOR

Ing. BARZOLA GASTELÚ CARLOS

LIMA - PERÚ

2020

© 2020, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados

“El autor autoriza a la UNI a reproducir la Tesis en su totalidad o en parte con fines estrictamente académicos”

Bravo Jara Yasuhiro Belquink

y.bravo.jara@uni.pe

938405053

DEDICATORIA

A mi madre Daniela Jara
De Bravo que ya no está en
cuerpo a mi lado pero vive
en mis pensamientos y enseñanzas
brindadas en mi
vida cotidiana. Donde estés sé que
estás orgullosa por este logro.

A mi padre Germán Bravo
Pimentel que es mi segundo
pilar para vencer cualquier
obstáculo en la vida y quien me enseñó
que todo es posible con
sacrificio y constancia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por el cariño incondicional y el enorme sacrificio que hicieron para darme una educación de primera, agradezco a mi hermano Yossmel por guiarme en el camino correcto con sus sabios consejos, agradezco a mi hermana Melva que es como una segunda madre y se preocupa por el bienestar de mi familia. A mis tíos Victor y Florentina que siempre me apoyaron moralmente en los momentos difíciles de mi vida. A mis hermanos y a toda mi familia por estar a mi lado en cada etapa importante de mi vida.

Agradezco a mi amigo y colega Fernando Vásquez por brindarme todo su apoyo en este proceso de desarrollo de Tesis, sudando gota a gota y frente a frente para lograr nuestros objetivos. A Percy Chávez, José Pérez y Elvis Sáenz por su incansable apoyo y contribución para el desarrollo de la presente Tesis.

Agradezco al Ing. Carlos Armando Barzola Gastelú por compartir su enorme experiencia en el campo de la Ingeniería Civil, brindar su apoyo desinteresado para desarrollar y fomentar la investigación en nuestro país.

Agradezco al Laboratorio de Ministerio de Transportes y Comunicaciones Dirección de Estudios Especiales, al laboratorio de Ensayo de Materiales de la UNI y el Laboratorio de Películas Delgadas de la Facultad de Ciencias de la UNI por darme las facilidades para realizar los ensayos experimentales en sus instalaciones y poder concluir con la presente Tesis.

Agradezco a mis amigos y hermanos de la UNI del código 2011 – II que me acompañaron en las buenas y en las malas en esa maravillosa etapa universitaria.

Muchas gracias a todos.

		Pág.
RESUMEN		1
ABSTRACT		2
PRÓLOGO		3
LISTA DE CUADROS		4
LISTA DE FIGURAS		7
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS		9
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN		10
1.1	GENERALIDADES	10
1.2	PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	10
1.3	OBJETIVOS	11
1.4	HIPÓTESIS	11
CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO		11
2.1	AGREGADOS	12
2.2	CEMENTO	12
2.3	MICROMINERAL SIO 400	13
2.4	ADITIVO PLASTIFICANTE	14
2.5	AGUA	14
CAPITULO III: CARACTERISTICAS DE LAS COMPONENTES DEL CONCRETO		15
3.1	AGREGADOS	15
3.1.1	Propiedades físicas de los agregados	15
3.2	CEMENTO	27
3.2.1	Cemento Portland tipo I Sol	27
3.3	MICROMINERAL SIO 400	28
3.3.1	Características del Micromineral SiO 400	28
3.4	ADITIVO PLASTIFICANTE	28
3.4.1	Aditivo plastificante Chema Plast	28
3.5	AGUA	30

3.5.1	Características del agua utilizada	30
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO		31
4.1	DISEÑO DEL CONCRETO PATRÓN (CP)	31
4.1.1	Peso unitario compactado de la combinación de los agregados	31
4.1.2	Método de diseño del ACI	33
4.2	DISEÑO DEL CONCRETO CON ADITIVO (CPA)	42
4.3	DISEÑO DEL CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SIO 400 (CAM5 Y CAM10)	46
CAPITULO V: ENSAYOS Y RESULTADOS		50
5.1	ENSAYOS Y RESULTADOS OBTENIDOS	50
5.1.1	Propiedades del concreto en estado fresco	50
5.1.1.1	<i>Consistencia</i>	50
5.1.1.2	<i>Fluidez</i>	51
5.1.1.3	<i>Peso Unitario</i>	52
5.1.1.4	<i>Contenido de aire</i>	53
5.1.1.5	<i>Tiempo de fragua</i>	54
5.1.1.6	<i>Exudación</i>	57
5.1.2	Propiedades del concreto en estado endurecido	59
5.1.2.1	<i>Resistencia a la compresión</i>	59
5.1.2.2	<i>Resistencia a la tracción por compresión diametral</i>	63
5.1.2.3	<i>Módulo elástico</i>	65
5.2	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	67
5.2.1	Generalidades	67
5.2.2	Agregados	67
5.2.3	Micromineral SiO 400	67
5.2.4	Propiedades del concreto en estado fresco	68
5.2.4.1	<i>Consistencia</i>	68
5.2.4.2	<i>Fluidez</i>	68
5.2.4.3	<i>Peso Unitario</i>	68
5.2.4.4	<i>Contenido de aire</i>	69
5.2.4.5	<i>Tiempo de fragua</i>	69
5.2.4.6	<i>Exudación</i>	69
5.2.5	Propiedades del concreto en estado endurecido	69
5.2.5.1	<i>Resistencia a la compresión</i>	69

5.2.5.2	<i>Resistencia a la tracción por compresión diametral</i>	70
5.2.5.3	<i>Módulo elástico</i>	71
5.3	ANÁLISIS DE COSTOS	71
	CONCLUSIONES	79
	RECOMENDACIONES	86
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	ANEXOS	89

RESUMEN

La presente investigación estudia los concretos de mediana a baja resistencia preparados con agua potable, agregado fino procedente de la cantera de Trapiche – Lima, agregado grueso procedente de la cantera de Carapongo – Huachipa, aditivo plastificante Chema plast, y adicionante Micromineral SiO 400, utilizando cemento Portland Sol tipo I, para las relaciones agua - cemento 0.70, 0.65 y 0.60.

Los primeros ensayos correspondieron a la calidad de los agregados donde se determinó sus propiedades físicas, posteriormente se realizó el análisis químico del adicionante Micromineral SiO 400 y en seguida se realizaron los diseños de mezcla para el Concreto patrón (CP) con relaciones agua – cemento de 0.70, 0.65 y 0.60 para obtener Asentamientos de 4 pulgadas con el método del Peso Unitario Compactado Máximo de la combinación de los agregados; a dichos diseños se les añadió un aditivo plastificante (CPA) en cantidad de 0.35% del peso de cemento y se redujo la cantidad de agua en un porcentaje para obtener Asentamientos de 4 pulgadas; finalmente, a éstos últimos diseños se les adicionó Micromineral SiO 400 en cantidades del 5% y 10% del peso de cemento (CAM5 y CAM10).

Una vez obtenido los 12 diseños de mezcla, se procedió a realizar los ensayos del concreto en estado fresco tales como: Asentamiento, Fluidez, Peso Unitario, Tiempo de fragua y Exudación; y en estado endurecido tales como: Resistencia a la compresión, Resistencia a la Tracción por compresión diametral y Módulo Elástico, resaltando los ensayos de resistencia a la compresión.

Finalmente, se hace una interpretación y comparación de los resultados obtenidos, así como también un análisis de costos para los 12 diseños de mezcla.

ABSTRACT

This research studies medium to low strength concretes prepared with potable water and fine aggregate from the Trapiche - Lima quarry. The coarse aggregate from the Carapongo - Huachipa quarry. The plasticizer additive is Chema plast and Micro mineral SiO 400 is added. Portland Sol type I cement is used for the water-cement ratios 0.70, 0.65 and 0.60.

The first tests correspond to the quality of the aggregates where their physical properties were determined. Subsequently, the chemical analysis of the additive Micro mineral SiO 400 was carried out. Following this, the mixture designs were made for the Standard Concrete (CP) with water-cement ratios of 0.70, 0.65 and 0.60. 4-inch settlements were obtained with the Maximum Compacted Unit Weight method of the aggregate combination. To these designs, a plasticizer additive (CPA) was added in an amount of 0.35% of the cement weight and the amount of water was reduced by a percentage to obtain 4-inch settlements. Finally, to these last designs Micro mineral SiO 400 was added in quantities of 5% and 10% of the weight of cement (CAM5 and CAM10).

Once the 12 mix designs had been obtained, the tests of the concrete were carried out in a fresh state such as: Settlement, Fluidity, Unit Weight, Setting time and Exudation. In the hardened state, tests were carried out such as: Compressive Strength, Diametric Compression Tensile Strength and Elastic Modulus, highlighting the compressive strength tests.

Finally, an interpretation and comparison of the obtained results is made, as well as a cost analysis for the 12 mix designs. An example of this is the use of Micro mineral SiO 400 at 5% (CAM5) and 10% (CAM10) that produces a reduction in the slump in the standard concrete with Additive (CPA) in the concrete.

PRÓLOGO

En el Perú las concreteras en su mayoría realizan la mejora de la calidad del concreto utilizando ciertos aditivos y adicionantes que en su totalidad son de procedencia extranjera y por ende eleva el costo de la producción del concreto.

La presente investigación tiene como finalidad buscar una alternativa a la microsílíce para mejorar las propiedades del concreto tanto en resistencia como en durabilidad. Este material es denominado “Micromineral SiO 400”, actualmente se produce en Lurín, uno de los distritos de la provincia de Lima; y que hoy el autor nos brinda como una alternativa de mejora tanto en calidad como en costos.

Dada a su gran importancia, la presente investigación va dirigida a los ingenieros, constructores y público en general que quiera actualizar sus conocimientos en tecnología del concreto con un producto nacional.

Ing. Carlos A. Barzola Gastelú

Asesor

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 3.1 Peso unitario suelto y compactado del agregado fino
- Cuadro 3.2 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso
- Cuadro 3.3 Peso específico y absorción del agregado fino
- Cuadro 3.4 Peso específico y absorción del agregado grueso
- Cuadro 3.5 Límites granulométricos para el agregado fino
- Cuadro 3.6 Granulometría del agregado fino utilizado
- Cuadro 3.7 Límites granulométricos para el agregado grueso
- Cuadro 3.8 Granulometría del agregado grueso utilizado
- Cuadro 3.9 P.U.C Máximo para el agregado global
- Cuadro 3.10 Granulometría del agregado global con la combinación de Arena/Piedra de 45/55
- Cuadro 3.11 Resumen de las propiedades de los agregados
- Cuadro 3.12 Características físicas y químicas del Cemento Portland Tipo I-Sol
- Cuadro 3.13 Composición Química del Micromineral SIO 400
- Cuadro 4.1 Valores del peso unitario compactado de la combinación de los agregados
- Cuadro 4.2 Estimación del agua de diseño
- Cuadro 4.3 Diseño obtenido para una relación a/c: 0.70, %Arena=42%, %Piedra=58%
- Cuadro 4.4 Obtención de Agua de diseño para diferentes Slump, a/c: 0.70
- Cuadro 4.5 Ensayo de Resistencia a la compresión realizado a los 7 días de curado para a/c: 0.70
- Cuadro 4.6 Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.70
- Cuadro 4.7 Obtención del Agua de diseño para diferentes Slump, a/c: 0.65

- Cuadro 4.8 Ensayo de Resistencia a la compresión realizado a los 7 días de curado para a/c: 0.65
- Cuadro 4.9 Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.65
- Cuadro 4.10 Obtención del Agua de diseño para diferentes Slump, a/c: 0.60
- Cuadro 4.11 Ensayo de Resistencia a la compresión realizado a los 7 días de curado para a/c: 0.60
- Cuadro 4.12 Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.60
- Cuadro 4.13 Valores de Reducción de agua, a/c:0.70 + 0.35%Aditivo
- Cuadro 4.14 Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.70 + 0.35%Aditivo, R=5%
- Cuadro 4.15 Valores de Reducción de agua, a/c:0.65 + 0.35%Aditivo
- Cuadro 4.16 Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.65 + 0.35%Aditivo, R=3%
- Cuadro 4.17 Valores de Reducción de agua, a/c:0.60 + 0.35%Aditivo
- Cuadro 4.18 Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.60 + 0.35%Aditivo, R=5.42%
- Cuadro 4.19 Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.70 (CAM5), R=5%, Micromineral=5%
- Cuadro 4.20 Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.65 (CAM5), R=3%, Micromineral=5%
- Cuadro 4.21 Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.60 (CAM5), R=5.42%, Micromineral=5%
- Cuadro 4.22 Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.70 (CAM10), R=5%, Micromineral=10%
- Cuadro 4.23 Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.65 (CAM10), R=3%, Micromineral=10%
- Cuadro 4.24 Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.60 (CAM10), R=5.42%, Micromineral=10%
- Cuadro 5.1 Valores de Asentamiento (Slump)
- Cuadro 5.2 Valores de Fluidez

- Cuadro 5.3 Valores del Peso Unitario
- Cuadro 5.4 Valores de porcentaje de aire
- Cuadro 5.5 Tiempos de fragua inicial y final
- Cuadro 5.6 Valores de Exudación
- Cuadro 5.7 Cantidad de probetas ensayadas a compresión
- Cuadro 5.8 Valores de Resistencia a la Compresión según edad
- Cuadro 5.9 Cantidad de probetas ensayadas a Tracción por compresión diametral a la edad de 28 días
- Cuadro 5.10 Valores de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral a la edad de 28 días
- Cuadro 5.11 Valores del Módulo Elástico para cada diseño de mezcla a la edad de 56 días
- Cuadro 5.12 Costo de 1m³ de CP, a/c:0.70
- Cuadro 5.13 Costo de 1m³ de CPA, a/c:0.70
- Cuadro 5.14 Costo de 1m³ de CAM5, a/c:0.70
- Cuadro 5.15 Costo de 1m³ de CAM10, a/c:0.70
- Cuadro 5.16 Costo de 1m³ de CP, a/c:0.65
- Cuadro 5.17 Costo de 1m³ de CPA, a/c:0.65
- Cuadro 5.18 Costo de 1m³ de CAM5, a/c:0.65
- Cuadro 5.19 Costo de 1m³ de CAM10, a/c:0.65
- Cuadro 5.20 Costo de 1m³ de CP, a/c:0.60
- Cuadro 5.21 Costo de 1m³ de CPA, a/c:0.60
- Cuadro 5.22 Costo de 1m³ de CAM5, a/c:0.60
- Cuadro 5.23 Costo de 1m³ de CAM10, a/c:0.60
- Cuadro 5.24 Comparación de costos de concreto para 1m³

LISTA DE FIGURAS

- Gráfico 2.1 Forma de las partículas de Micromineral SiO 400
- Gráfico 3.1 Curva granulométrica del agregado fino
- Gráfico 3.2 Curva granulométrica del agregado grueso
- Gráfico 3.3 P.U.C Ensayo de máxima compactación para el agregado global
- Gráfico 3.4 Curva granulométrica del agregado global con la combinación de Arena/Piedra de 45/55
- Gráfico 4.1 Peso unitario compactado de la combinación de los agregados
- Grafico 4.2 Asentamiento vs Agua para una relación a/c: 0.70
- Gráfica 4.3 Resistencia a la compresión a los 7 días vs. Relación %Arena para a/c: 0.70
- Gráfica 4.4 Superposición de gráficas para obtener la mejor combinación de agregados y a la vez mayor resistencia.
- Grafico 4.5 Asentamiento vs Agua para una relación a/c: 0.65
- Gráfica 4.6 Resistencia a la compresión a los 7 días vs. Relación %Arena para a/c: 0.65
- Gráfica 4.7 Superposición de gráficas para obtener la mejor combinación de agregados y a la vez mayor resistencia.
- Grafico 4.8 Asentamiento vs Agua para una relación a/c: 0.60
- Gráfica 4.9 Resistencia a la compresión a los 7 días vs. Relación %Arena para a/c: 0.60
- Gráfica 4.10 Superposición de gráficas para obtener la mejor combinación de agregados y a la vez mayor resistencia.
- Gráfica 4.11 Slump vs Reducción de agua., a/c:0.70 + 0.35%Aditivo
- Gráfica 4.12 Slump vs Reducción de agua., a/c:0.65 + 0.35%Aditivo
- Gráfica 4.13 Slump vs Reducción de agua., a/c:0.60 + 0.35%Aditivo
- Gráfico 5.1 Valores de Asentamiento (Slump)

- Gráfico 5.2 Valores de Fluidez
- Gráfico 5.3 Valores del Peso Unitario
- Gráfico 5.4 Valores de porcentaje de aire
- Gráfico 5.5 Comparación de Tiempos de fragua inicial y final
- Gráfico 5.6 Curvas de fragua, a/c:0.70
- Gráfico 5.7 Curvas de fragua, a/c:0.65
- Gráfico 5.8 Curvas de fragua, a/c:0.60
- Gráfico 5.9 Comparación de los Valores de Exudación
- Gráfico 5.10 Valores de Resistencia a la compresión según edad, a/c: 0.70
- Gráfico 5.11 Resistencia a la compresión (%/CP (28días)), a/c: 0.70
- Gráfico 5.12 Valores de Resistencia a la compresión según edad, a/c: 0.65
- Gráfico 5.13 Resistencia a la compresión (%/CP (28días)), a/c: 0.65
- Gráfico 5.14 Valores de Resistencia a la compresión según edad, a/c: 0.60
- Gráfico 5.15 Resistencia a la compresión (%/CP (28días)), a/c: 0.60
- Gráfico 5.16 Valores de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral a la edad de 28 días
- Gráfico 5.17 Valores del Módulo Elástico para cada diseño de mezcla a la edad de 56 días
- Gráfico 5.18 Costo y Resistencia a la compresión a la edad de 56 días
- Gráfico 5.19 Curva Beneficio – Costo obtenido

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

CP	Concreto patrón
CPA	Concreto con aditivo
CAM5	Concreto con aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% del peso del cemento
CAM10	Concreto con aditivo más Micromineral SiO 400 al 10% del peso del cemento
NTP	Norma Técnica Peruana
ASTM	American Society for Testing and Materials
ACI	American Concrete Institute
M1, M2 y M3	Muestra 1, Muestra 2 y Muestra 3
PUS	Peso unitario suelto del agregado
PUC	Peso unitario compactado del agregado
PE	Peso específico del agregado
Abs	Absorción del agregado
CH	Contenido de Humedad del agregado
MF	Módulo de finura del agregado
PUC Máximo	Peso unitario compactado máximo para el agregado global
TM	Tamaño máximo
TMN	Tamaño máximo nominal
Slump	Asentamiento
a/c	Relación agua, cemento
%A/%P	Relación porcentual arena, piedra
f'c (56)	Resistencia a la compresión a los 56 días
R	Reducción de agua (%)

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES:

En la actualidad la empresa peruana Mineral Mundi Corp. Ubicada en Lurín – Lima comercializa Micromineral SiO 400 como elemento benéfico para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

Los productos del Silicio vienen del segundo elemento más abundante sobre la corteza de la tierra luego del oxígeno, es considerado un elemento que permite que las plantas logren sobreponerse a los efectos del estrés biótico y abiótico (Lawrence Danoff, EEUU, 1999).

Si nos preguntamos ¿Qué tiene que ver un fertilizante con el concreto? La respuesta está en la composición química que tiene este material y que podría obtenerse resultados alentadores al añadir a un concreto convencional.

La presente investigación se centra en el estudio experimental del empleo del Micromineral SIO 400 como material cementante suplementario en la producción de concreto como alternativa al uso de la microsílíce.

El objetivo de este trabajo es evaluar las posibilidades de añadir Micromineral SIO 400 al cemento para poder mejorar las propiedades del concreto en estado fresco y propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.

El mejoramiento de las propiedades mecánicas se logró con el uso de la microsílíce; sin embargo, se trata de un material importado y costoso. Allí es donde surge la opción de usar Micromineral SIO 400 que es un material que ofrece características similares a la microsílíce y que actualmente se está produciendo en nuestro País (Perú).

El Perú cuenta con muchos recursos, sólo falta potencializar y tecnificar su explotación para poder llegar a ser un país industrializado.

1.2 PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA:

En la actualidad la utilización de aditivos plastificantes, superplastificantes, fluidificantes o superfluidificantes y adicionantes como la microsílíce y/o nanosílíce produce mejoras en las propiedades del concreto convencional. En

investigaciones de concreto que se realizó en el Perú en los últimos años se empleó adicionantes importados que implican mayores costos por traslado (Flete).

En el Perú ya se está produciendo adicionantes con propiedades similares a la microsílíce y se necesita realizar un estudio del concreto con este producto nacional (Micromineral SiO 400) que produce la empresa Mineral Mundi Corp. Ubicada en Lurín – Lima, y poder cuantificar su calidad y costo para la elaboración de concretos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL:

- Mejorar el desempeño del concreto con aditivo plastificante y Micromineral SiO 400

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Determinar las propiedades del concreto en estado fresco tales como: Slump, Fluidéz, Peso Unitario, Contenido de aire, Tiempo de fragua y Exudación
- Mejorar el comportamiento mecánico del concreto en propiedades como: Resistencia a la Compresión, Resistencia a la Tracción y Módulo Elástico Estático
- Determinar el análisis de Costo – Beneficio del concreto con aditivo plastificante y Micromineral SiO 400

1.4 HIPÓTESIS

Al añadir Micromineral SiO 400 con aditivo plastificante Chema plast al concreto convencional, se obtendrá un concreto de mayor resistencia.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 AGREGADOS:

Es el conjunto de partículas de origen natural o artificial que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la norma NTP 400.037

2.1.1 Agregado fino (Arena):

Material que pasa el tamiz de 3/8" y que queda retenido en el tamiz N°100

2.1.2 Agregado grueso (Piedra):

Material retenido en el tamiz N°4, puede tratarse de:

- Grava (Canto rodado): Por lo general se encuentra en el lecho de los ríos.
- Piedra chancada: Obtenida por la trituración de las rocas.

2.2 CEMENTO:

Se define como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta aglomerante capaz de endurecer tanto bajo agua como al aire y formar compuestos estables.

El cemento portland es el tipo de cemento más utilizado como ligante para la preparación del concreto.

Las materias primas para la producción del cemento portland, son minerales que contienen:

- Óxido de calcio (CaO).....60% al 67% (Cal)
- Óxido de silicio (SiO₂).....17% al 25% (Sílice)
- Óxido de aluminio (Al₂O₃).....3% al 8% (Alúmina)
- Óxido de hierro (Fe₂O₃).....2% al 6%
- Óxido de magnesio (MgO).....0.1% al 2.5%

La composición química del cemento portland se define convenientemente mediante la identificación de cuatro compuestos principales:

- Silicato tricálcico: 3CaO SiO₂.....30% al 50% (C3S)

- Silicato dicálcico: 2CaO SiO_215% al 30% (C2S)
- Aluminato tricálcico: $3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$4% al 12% (C3A)
- Ferro Aluminato tetracálcico: $4\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{Fe}_2\text{O}_3$8% al 13% (C4AF)

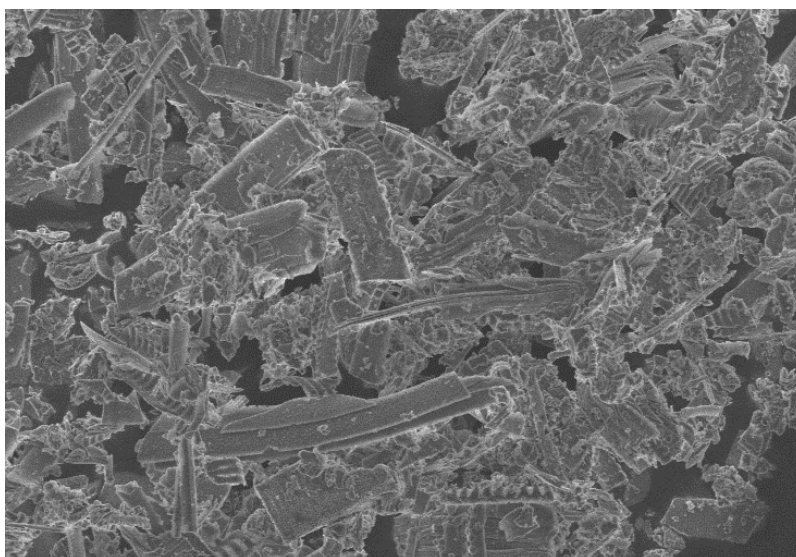
2.3 MICROMINERAL SiO 400:

Micromineral SiO 400 es un polvo fino color crema, que se puede emplear como material cementante suplementario para mejorar la resistencia del concreto como alternativa al uso de la microsílíce, ya que éste es un material importado y bastante costoso. He ahí donde surge la opción de usar Micromineral SiO 400 que es un material que ofrece características similares a la microsílíce.

El uso de este material está considerado en la Norma Nacional NTP 334.104:2001 y su incorporación en el concreto puede aumentar sustancialmente la resistencia a la compresión y la resistencia a la reacción álcali-sílíce mientras que se reduce significativamente la porosidad y mejora la resistencia a los cloruros (ASTM C1202-97). Puede ser usado como un reemplazo parcial del cemento Portland para reducir tanto el costo del concreto como las emisiones de CO₂ que se realizan durante la producción del cemento.

Según estudio realizado en la Facultad de Ciencias de la UNI, las partículas de Micromineral SiO 400 tienen forma irregular de tipo hojuelas (flakes) rectangulares y el tamaño en promedio de sus partículas es de 1.83 micrómetros.

Gráfico 2.1: Forma de las partículas de Micromineral SiO 400



Fuente: Facultad de Ciencias de la UNI

2.4 ADITIVO PLASTIFICANTE:

También son conocidos como aditivos reductores de agua, los cuales tienen por finalidad reducir en forma importante el contenido de agua del concreto manteniendo una consistencia dada y sin producir efectos indeseables sobre el fraguado. Igualmente se emplean para incrementar el asentamiento sin necesidad de aumentar el contenido de agua en la mezcla de concreto.

Características / Ventajas:

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Mejores acabados.
- Mayor adherencia al acero.
- Mejor trabajabilidad (fluidez) en el tiempo.
- Permite reducir hasta el 10% del agua de la mezcla.
- Aumenta la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Ayuda a reducir la formación de cangrejeras.

2.5 AGUA:

Es común pensar que si el agua es buena para beberse, es también buena para hacer concreto, pero el sabor, olor o procedencia no deben ser causas de rechazo del agua, es posible hacer concreto con agua de pantano, aguas de minas, de desechos industriales e incluso con agua de mar, pero definitivamente van a cambiar las propiedades de dicho concreto, tanto en estado fresco como endurecido, por tal razón se debe realizar tandas de concreto de prueba con agua potable (concreto patrón) y el agua que se disponga en su lugar para verificar que se cumplen los requisitos que exigen la normas en estos casos.

Para el presente estudio se utilizó agua del grifo, es decir, agua potable común.

CAPÍTULO III: CARACTERÍSTICAS DE LAS COMPONENTES DEL CONCRETO

Las componentes del concreto son: agregado grueso (procedente de la cantera de Carapongo – Huachipa), agregado fino (procedente de la cantera de Trapiche - Lima), cemento SOL portland tipo I, aditivo plastificante CHEMA PLAST y Micromineral SiO 400 y dichas componentes cumplen con sus respectivas normativas.

3.1 AGREGADOS

Los agregados representan aproximadamente las tres cuartas partes del volumen del concreto, los agregados más usados son la piedra y la arena; y la calidad de éstos es de mucha importancia ya que influye directamente en la resistencia y durabilidad del concreto.

Para la fabricación del concreto, lo adecuado es trabajar con el agregado grueso y agregado fino separados y diferenciados por el tamaño de sus partículas. La malla N°4 (5 mm o 3/16”) los separa el uno del otro.

✓ **Agregado fino**

Proviene de la desintegración natural o artificial de la roca, y que pasa por el tamiz de 3/8” y es retenido por el tamiz N°200. Para la presente investigación es procedente de la cantera de Trapiche.

✓ **Agregado grueso**

Es aquel que queda retenido por la malla N°4. Para la presente investigación es procedente de la cantera de Carapongo - Huachipa.

3.1.1 Propiedades físicas de los agregados

Conocer las propiedades físicas de los agregados es muy importante para conocer el comportamiento del concreto elaborado con dichos agregados. Los ensayos para determinar las propiedades físicas de los agregados se realizaron para tres muestras (M1, M2 Y M3) tanto para el agregado fino como para el agregado grueso, tomándose como representativo el promedio de los valores de las tres muestras. La metodología utilizada para calcular las propiedades físicas de los agregados se rige a las Normas Técnicas Peruanas vigentes y las Normas ASTM.

- **Peso unitario de los agregados**

Se denomina peso unitario del agregado a la relación entre el peso que ocupa el agregado y el volumen del recipiente en donde está contenido. Este valor es requerido cuando se trata de clasificar agregados ligeros o pesados y en el caso de realizar proporciones de mezcla de concreto por volumen. El peso unitario del agregado varía de acuerdo a la forma, granulometría y tamaño máximo. De acuerdo al tipo de consolidación hay dos tipos de peso unitario: suelto y compactado.

Los pesos unitarios para el agregado fino y grueso utilizados fueron determinados según la NTP 400.017 y los valores obtenidos se muestran en los Cuadros 3.1 y 3.2 respectivamente.

Cuadro 3.1: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Descripción	M1	M2	M3	Promedio	Unidad
Peso del recipiente	4.2564				kg
Volumen del recipiente (1/10 pie ³)	0.00283				m ³
Peso del material + tara sin compactar	8.7	8.7	8.7	8.70	kg
Peso del material suelto	4.444				kg
Peso del material + tara compactado	8.9	8.9	9	8.93	kg
Peso del material compactado	4.677				kg
Peso unitario suelto (PUS)	1570				kg/m ³
Peso unitario compactado (PUC)	1653				kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.2: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Descripción	M1	M2	M3	Promedio	Unidad
Peso del recipiente	5.1077				kg
Volumen del recipiente	0.009726				m ³
Peso del material + tara sin compactar	18.8	18.9	18.7	18.80	kg
Peso del material suelto	13.69				kg
Peso del material + tara compactado	19.7	19.7	19.7	19.7	kg
Peso del material compactado	14.59				kg
Peso unitario suelto (PUS)	1408				kg/m ³
Peso unitario compactado (PUC)	1500				kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

- **Peso específico**

El peso específico de los agregados es el cociente entre el peso de las partículas y el volumen de las misma, sin considerar los vacíos entre ellas. Adquiere importancia en la construcción, cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite, sea máximo o mínimo; además es un indicador de calidad, por lo que los valores elevados tienen un buen comportamiento, mientras que los valores bajos generalmente corresponden a agregados absorbentes y débiles, caso en el que es recomendable realizar pruebas adicionales.

Los pesos específicos para el agregado fino y grueso utilizados en la presente investigación fueron determinados según la NTP 400.022 y los valores obtenidos se muestran en los Cuadros 3.3 y 3.4 respectivamente.

- **Absorción**

Se entiende por absorción a la capacidad que tienen los agregados de atrapar las moléculas de agua en sus poros, producidos por la capilaridad. Su influencia radica en el aporte de agua al concreto, variando sus propiedades tales como la resistencia y la trabajabilidad.

La absorción de los agregados fino y grueso utilizados en la presente investigación fueron determinados según la NTP 400.022 y los valores obtenidos se muestran en los Cuadros 3.3 y 3.4 respectivamente.

Cuadro 3.3: Peso específico y absorción del agregado fino

Descripción	M1	M2	M3	Promedio	Unidad
Peso de la muestra S.S.S	300	300	300		g
Peso del balón seco	656.9	664.8	668.7		g
Peso S.S.S. + balón	956.9	964.8	968.7		g
Peso S.S.S. + balón + agua	845.3	853.6	858.3		g
Peso del agua	111.6	111.2	110.4		g
Peso de la tara	0	0	0		g
Peso de la tara + muestra seca	294.8	295.6	296.3		g
Peso de la muestra seca	294.8	295.6	296.3		g
Volumen de la masa	106.4	106.8	106.7		cm ³
Peso Específico (PE)	2.64	2.66	2.68	2.66	
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (PESSS)	2.69	2.70	2.72	2.70	
Absorción (Abs)	1.76%	1.49%	1.25%	1.50%	%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.4: Peso específico y absorción del agregado grueso

Descripción	M1	M2	M3	Promedio	Unidad
Peso de la muestra S.S.S	5225.2	4730.8	4948.2		g
Peso de la canastilla en el agua	0	0	0		g
Peso de la muestra S.S.S. + la canastilla en agua	5225.2	4730.8	4948.2		g
Peso de la muestra S.S.S. en agua	3263	2957.6	3092.6		g
Peso de la tara	0	0	0		g
Peso de la tara + muestra seca	5206	4714.8	4923.5		g
Peso de la muestra seca	5206	4714.8	4923.5		g
Peso Específico (PE)	2.65	2.66	2.65	2.66	g
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (PESSS)	2.66	2.67	2.67	2.67	
Absorción (Abs)	0.37%	0.34%	0.50%	0.40%	%

Fuente: Elaboración propia

- **Contenido de humedad**

Se denomina contenido de humedad a la cantidad de agua superficial que retienen las partículas del agregado en un momento determinado, esta propiedad varía en función del tiempo y las condiciones climáticas, es por eso que para la presente investigación se determinó un contenido de humedad diferente para cada día de vaciado de concreto según la NTP 400.016.

- **Granulometría de los agregados**

Es la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados; se expresa en porcentaje de peso con respecto al peso total. Esto se logra pasando el material por los tamices estandarizados. Los límites granulométricos que recomienda la NTP 400.037 para el agregado fino se muestra en el Cuadro 3.5 y para el agregado grueso en el Cuadro 3.7. Los resultados del análisis granulométrico de los agregados fino y grueso se presentan en los Cuadros 3.6 y 3.8 respectivamente, y las curvas granulométricas de los agregados fino y grueso se encuentran en los Gráficos 3.1 y 3.2 respectivamente.

Cuadro 3.5: Límites granulométricos para el agregado fino

Tamiz estándar (abertura cuadrada)	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8 pulg)	100
4.75mm (N°4)	95 a 100
2.36mm (N°8)	80 a 100
1.18mm (N°16)	50 a 85
0.60mm (N°30)	25 a 60
0.30mm (N°50)	5 a 30
0.15mm (N°100)	0 a 10

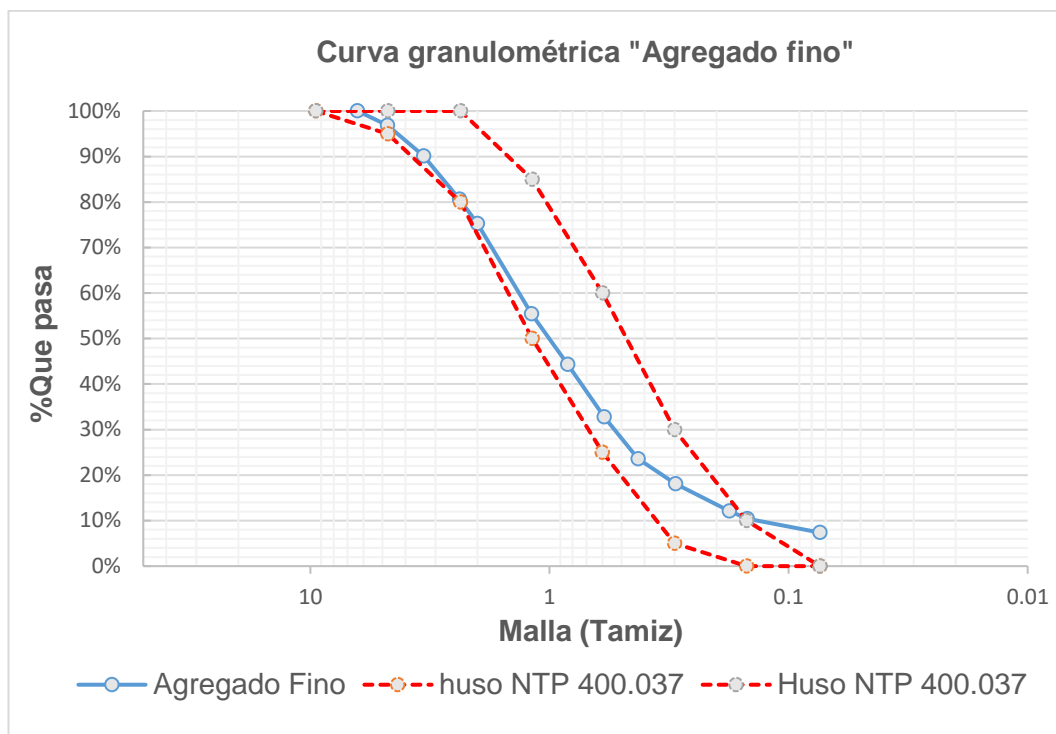
Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037

Cuadro 3.6: Granulometría del agregado fino utilizado

Malla	mm	M1	M2	M3	Peso retenido Promedio	%Peso retenido Promedio	%Peso retenido Acumulado	%Que pasa
3/8"	9.525							100.00%
1/4"	6.35							100.00%
N° 4	4.76	16.19	16.17	16.18	16.18	3.13%	3.13%	96.87%
N° 6	3.36	38.4	39.9	26.00	34.77	6.73%	9.86%	90.14%
N° 8	2.38	52.8	47.4	47.1	49.10	9.50%	19.37%	80.63%
N° 10	2	30.7	26.4	25.9	27.67	5.36%	24.72%	75.28%
N° 16	1.19	107	102.7	98.1	102.60	19.86%	44.58%	55.42%
N° 20	0.84	56.3	57.2	58.5	57.33	11.10%	55.68%	44.32%
N° 30	0.59	56.4	59.9	62.6	59.63	11.54%	67.23%	32.77%
N° 40	0.426	44.8	48.3	49.1	47.40	9.18%	76.40%	23.60%
N° 50	0.297	26.3	28.1	30.7	28.37	5.49%	81.89%	18.11%
N° 80	0.177	28.6	30.5	34	31.03	6.01%	87.90%	12.10%
N° 100	0.149	8.1	8.8	9.5	8.80	1.70%	89.60%	10.40%
N° 200	0.074	14	14.2	18.5	15.57	3.01%	92.62%	7.38%
Fondo		37.3	36.6	40.5	38.13	7.38%	100.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3.1: Curva granulométrica del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.7: Límites granulométricos para el agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 pulg.)	90 mm (3 1/2 pulg.)	75 mm (3 pulg.)	63 mm (2 1/2 pulg.)	50 mm (2 pulg.)	37,5 mm (1 1/2 pulg.)	25,0 mm (1 pulg.)	19,0 mm (3/4 pulg.)	12,5 mm (1/2 pulg.)	9,5 mm (3/8 pulg.)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	4,75 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5 mm (3 1/2 a 1 1/2 pulg.)	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 15	---	---	---	---	---	---
2	63 mm a 37,5 mm (2 1/2 a 1 1/2 pulg.)	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
3	50 mm a 25,0 mm (2 a 1 pulg.)	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg. a No. 4)	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	0 a 30	---	0 a 5	---	---	---
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 1/2 a 3/4 pulg.)	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	---	0 a 5	---	---	---	---
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg. a No. 4)	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 a 1/2 pulg.)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	---
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 a 3/8 pulg.)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	---
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg. a No. 4)	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---	---
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 a 3/8 pulg.)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	---
67	19,0 mm a 4,75 mm (3/4 pulg. a No. 4)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg. a No. 4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg. a No. 8)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	---
89	9,5 mm a 1,18 mm (3/8 pulg. a No. 16)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 35	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

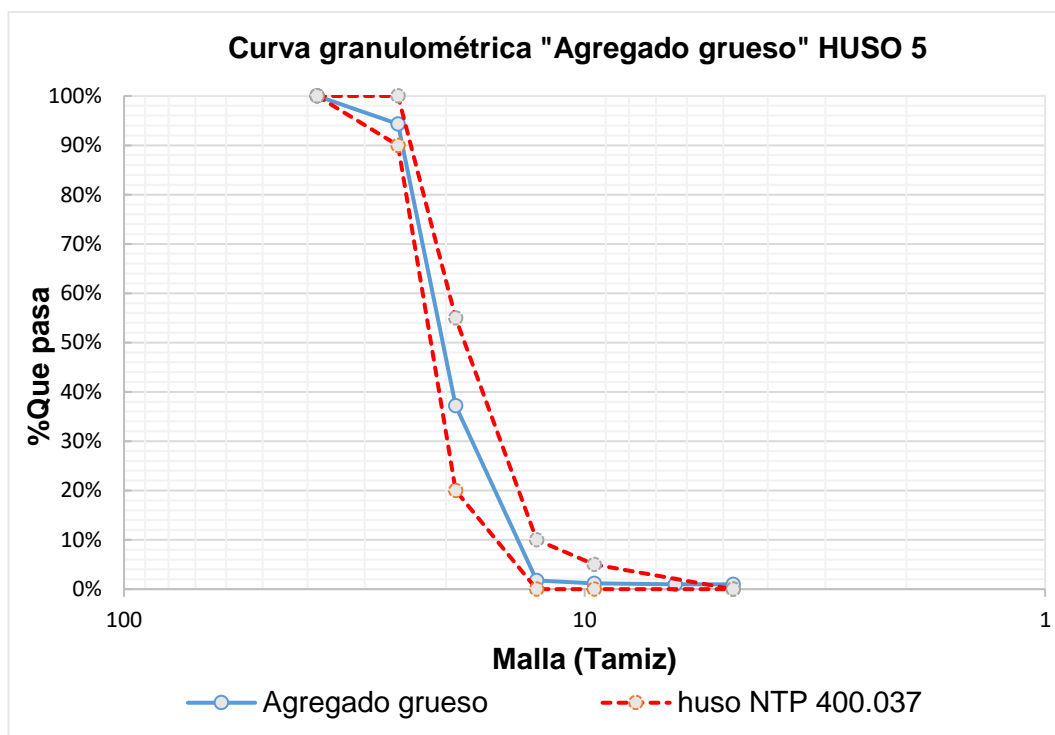
Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037

Cuadro 3.8: Granulometría del agregado grueso utilizado

Malla	mm	M1	M2	M3	Peso retenido Promedio	%Peso retenido Promedio	%Peso retenido Acumulado	%Que pasa
3"	76.2							100.00%
2"	50.8							100.00%
1 1/2"	38.1							100.00%
1"	25.4	578	555.7	622	585.23	5.68%	5.68%	94.32%
3/4"	19.05	5653.5	5783	6243	5893.17	57.16%	62.83%	37.17%
1/2"	12.7	3907.1	3953.8	3092.1	3651.00	35.41%	98.24%	1.76%
3/8"	9.525	53.6	82.6	51.3	62.50	0.61%	98.85%	1.15%
1/4"	6.35	13.7	29.7	2.4	15.27	0.15%	99.00%	1.00%
N° 4	4.76	1.5	7.2	0.7	3.13	0.03%	99.03%	0.97%
Fondo		96.86	115.81	87.86	100.18	0.97%	100.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3.2: Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia

- **Módulo de finura de los agregados**

El módulo de finura de los agregados es un número adimensional y se calcula a partir de los resultados de los ensayos granulométricos, siendo de 3.06 para el agregado fino determinado a partir del Cuadro 3.3 y el módulo de finura para el agregado grueso es de 7.56 determinado a partir del Cuadro 3.4. El módulo de finura se obtiene de la suma de los porcentajes

retenidos acumulados de la serie de tamices especificados de acuerdo a la siguiente expresión:

$$MF = \frac{\sum \% \left(3'' + 1\frac{1''}{2} + \frac{3''}{4} + \frac{3''}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100 \right)}{100}$$

- **Materiales más finos que pasan la malla N°200 (75 µm)**

El material muy fino constituido por limos y arcillas, se presenta mezclado con la arena y recubriendo al agregado grueso. En el primer caso incrementa los requerimientos de agua para la mezcla; en el segundo, afecta la adherencia del agregado y la pasta. En principio, un moderado porcentaje de finos menores a la malla N°200 puede favorecer la trabajabilidad, pero su incremento afecta la resistencia a la compresión del concreto. El agregado grueso utilizado presenta un 0.97% de finos que pasan la malla N°200 y el agregado fino utilizado presenta un 7.38%. Estos valores se determinaron según la NTP 400.018 y su valor se muestra en el Cuadro 3.5.

- **Agregado global**

El agregado global se obtiene mediante la combinación del agregado fino y agregado grueso en porcentajes adecuados con la finalidad de obtener un concreto de buena resistencia y durabilidad.

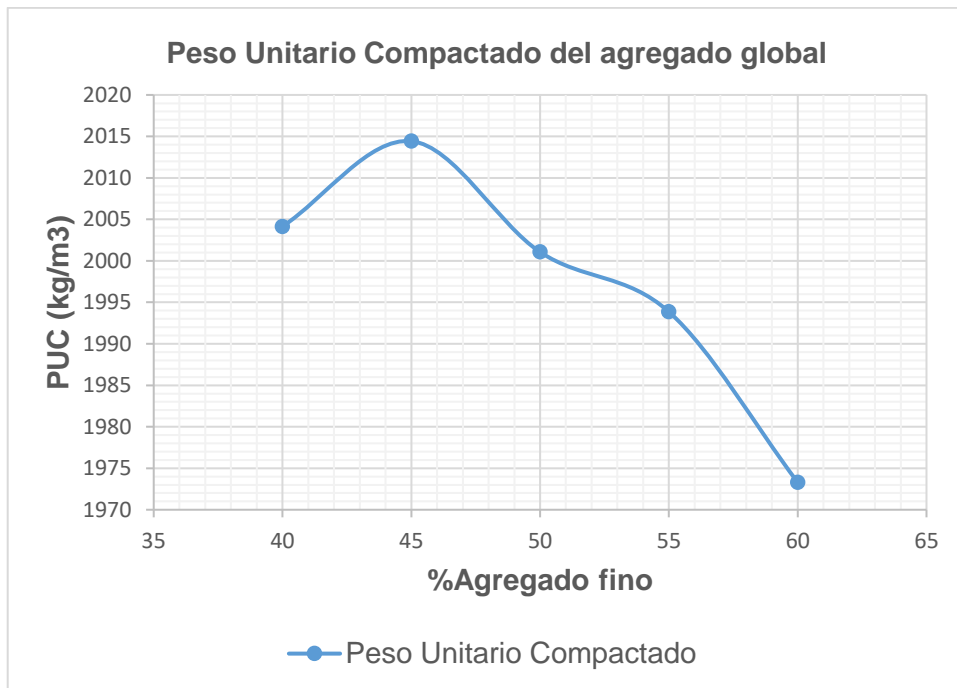
El criterio que define la mejor combinación de los agregados será mediante el Peso Unitario Compactado máximo, por ello se realizan diferentes mezclas de agregado fino y grueso variando en +/- 5% de peso tal y como se puede apreciar en el Cuadro 3.9. En el Gráfico 3.3 se muestra que para las proporciones de Agregado fino (45%) y Agregado grueso (55%), se obtiene el Peso Unitario Compactado Máximo (P.U.C. Máximo).

Cuadro 3.9: P.U.C Máximo para el agregado global

Agregado fino (%)	Agregado grueso (%)	PUC (Kg/m ³)
40	60	2004
45	55	2014
50	50	2001
55	45	1994
60	40	1973

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3.3: P.U.C Ensayo de máxima compactación para el agregado global



Fuente: Elaboración propia

Granulometría del agregado global:

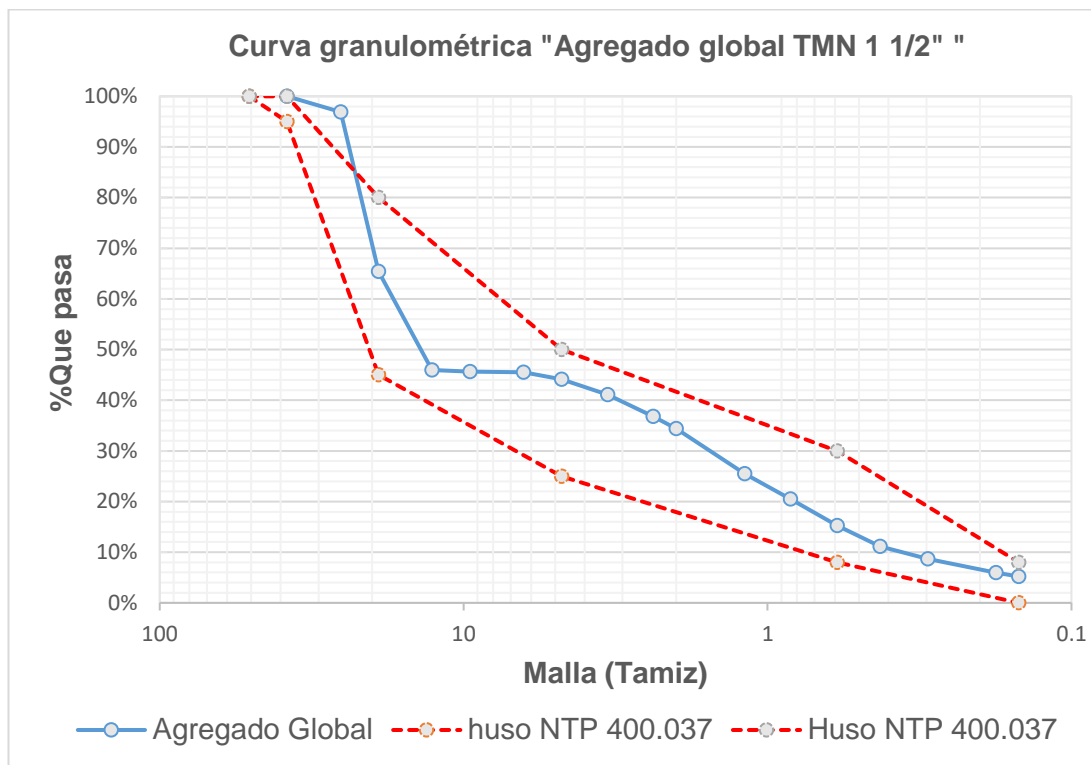
El análisis granulométrico del agregado global se muestra en el Cuadro 3.6, y la curva granulométrica del agregado global se muestra en el Gráfico 3.4, donde se determina que el agregado global está dentro del Huso 1 ½”.

Cuadro 3.10: Granulometría del agregado global con la combinación de
Arena/Piedra de 45/55

Malla	mm	%Retenido Piedra	%Retenido Arena	0.55% Piedra	0.45% Arena	% Peso retenido	%Peso retenido Acumulado	%Que pasa
3"	76.2							100.00%
2"	50.8							100.00%
1 1/2"	38.1							100.00%
1"	25.4	5.68%		3.12%		3.12%	3.12%	96.88%
3/4"	19.05	57.16%		31.44%		31.44%	34.56%	65.44%
1/2"	12.7	35.41%		19.48%		19.48%	54.03%	45.97%
3/8"	9.525	0.61%		0.33%		0.33%	54.37%	45.63%
1/4"	6.35	0.15%		0.08%		0.08%	54.45%	45.55%
N° 4	4.76	0.03%	3.13%	0.02%	1.41%	1.43%	55.88%	44.12%
N° 6	3.36		6.73%		3.03%	3.03%	58.90%	41.10%
N° 8	2.38		9.50%		4.28%	4.28%	63.18%	36.82%
N° 10	2.00		5.36%		2.41%	2.41%	65.59%	34.41%
N° 16	1.19		19.86%		8.94%	8.94%	74.53%	25.47%
N° 20	0.84		11.10%		4.99%	4.99%	79.52%	20.48%
N° 30	0.59		11.54%		5.19%	5.19%	84.72%	15.28%
N° 40	0.426		9.18%		4.13%	4.13%	88.85%	11.15%
N° 50	0.297		5.49%		2.47%	2.47%	91.32%	8.68%
N° 80	0.177		6.01%		2.70%	2.70%	94.02%	5.98%
N° 100	0.149		1.70%		0.77%	0.77%	94.79%	5.21%
N° 200	0.074		3.01%		1.36%	1.36%	96.14%	3.86%
Fondo		0.97%	7.38%	0.53%	3.32%	3.86%	100.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3.4: Curva granulométrica del agregado global con la combinación de Arena/Piedra de 45/55



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3.11: Resumen de las propiedades de los agregados

Descripción	Agregado Fino	Agregado Grueso	Unidad
Cantera	Trapiche Lima	Carapongo Huachipa	
Absorción	1.50	0.40	%
Peso Específico	2.66	2.66	
Peso Unitario Suelto	1570	1408	kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1653	1500	kg/m ³
Módulo de finura	3.06	7.56	
Módulo de finura (Agregado global)	5.53		
Porcentaje que pasa la malla N°200	7.38	0.97	%
Tamaño máximo	-	1 1/2	Pulgada
Tamaño máximo nominal	-	1	Pulgada

Fuente: Elaboración propia

3.1 CEMENTO

3.1.1 Cemento Portland tipo I “Sol”

El cemento utilizado en la presente investigación es el Cemento Portland Tipo I Sol cuya presentación es en bolsas de 42.5 kg, provenientes de la fábrica de UNACEM (Unión Andina de Cementos) empresa fundada en el año 2012 luego de la fusión entre Cementos Lima S.A.A. y Cemento Andino S.A. Cumple con la NTP 334.009 y ASTM C-150. Las características físicas y químicas del cemento usado se presentan en el Cuadro 3.8. La hoja técnica del cemento se muestra en los Anexos.

Cuadro 3.12: Características físicas y químicas del Cemento Portland Tipo I – Sol

Parámetro	Unidad	Cemento Tipo I Sol	Requisitos NTP 334.009 ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica Blaine	cm ² /g	3361	Mínimo 2600
Densidad	g/ml	3.15	No especifica
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	427	No especifica
Fraguado inicial Vicat	min	127	Mínimo 45
Fraguado final Vicat	min	305	Máximo 375
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.08	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.25	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.68	Máximo 1.5
C ₂ S	%	13.15	No especifica
C ₃ S	%	53.60	No especifica
C ₃ A	%	9.66	No especifica
C ₄ AF	%	9.34	No especifica

Fuente: Información proporcionada por el fabricante

3.2 MICROMINERAL SIO 400

3.2.1 Características del Micromineral SiO 400

Datos técnicos:

Apariencia:	Polvo
Color:	Crema
Forma:	Irregular tipo hojuelas (flakes) rectangulares.
Tamaño de sus partículas:	1.83 µm
Densidad:	2.28 g/mL

Químicamente está compuesta por:

Cuadro 3.13: Composición Química del Micromineral SIO 400

Compuesto Químico	Porcentaje de masa
Na ₂ O	1.10 %
MgO	1.15 %
Al ₂ O ₃	6.45 %
SiO ₂	83.81 %
K ₂ O	0.73 %
CaO	0.62 %
FeO	1.54 %
Otros	4.60 %

Fuente: Facultad de Ciencias de la UNI

3.3 ADITIVO PLASTIFICANTE

3.3.1 Aditivo plastificante Chema Plast

El aditivo plastificante utilizado en la presente investigación es Chema Plast. Es un aditivo reductor de agua y plastificante de color marrón de uso universal, que hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación. Permite una reducción de agua hasta el 10%, generando aumento en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. Tiene además propiedades de reducir la permeabilidad del concreto. Cumple con los requerimientos de la norma ASTM C-494 tipo A. La hoja técnica del aditivo se muestra en los Anexos.

a) Datos Técnicos

Apariencia	: Líquido
Color	: Marrón oscuro
Densidad	: 1.2 g/ml +- 0.06
pH	: 9.00 - 12.50
VOC	: 0 g/L

b) Modo de empleo

Dosis recomendada: 145ml a 360ml por bolsa de cemento (0.41% a 1.02% del peso del cemento).

Agregar el aditivo al agua de amasado y agitar durante un minuto. Se sugiere realizar pruebas previas con los materiales, tipo de cemento y condiciones de obra para obtener la dosis óptima.

3.4 AGUA

3.4.1 Características del agua utilizada

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

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

Es común pensar que si el agua potable es buena para beberse, es también buena para hacer concreto, pero el sabor, olor o procedencia no deben ser causas de rechazo del agua, es posible hacer concreto con agua de pantano, aguas de minas, de desechos industriales e incluso con agua de mar, pero definitivamente van a cambiar las propiedades de dicho concreto, tanto en estado fresco como endurecido, por tal razón se debe realizar tandas de concreto de prueba con agua potable (concreto patrón) y el agua que se disponga en su lugar para verificar que se cumplen los requisitos que exigen la normas en estos casos.

Para la presente investigación se utilizó agua del grifo, es decir, agua potable común.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

4.1 DISEÑO DEL CONCRETO PATRÓN (CP):

Para el diseño del concreto patrón (CP) se utiliza el Método del Peso Unitario Compactado Máximo, de donde se obtiene la relación agregado fino/agregado grueso = 45/55, se trabaja para las relaciones agua/cemento: 0.70, 0.65 y 0.60 para obtener un asentamiento de 4 pulgadas. Este diseño no posee en su composición ningún aditivo ni adición (C.H.arena=1.76%, C.H.piedra=0.52%).

4.1.1 Peso unitario compactado de la combinación de los agregados:

Este método empírico ayuda a obtener las cantidades en porcentajes de agregado fino y agregado grueso que nos dan el mejor acomodamiento de sus partículas en la mezcla. El peso unitario compactado de la combinación de los agregados se determina combinando diferentes porcentajes de arena y piedra para luego obtener su peso unitario compactado máximo.

En la presente tesis se ha realizado el diseño de mezcla del concreto patrón para las relaciones agua/cemento (a/c) de 0.70, 0.65 y 0.60 con asentamiento de 4", siguiendo el criterio de máxima compacidad, la cual se detalla a continuación:

- a) La relación de la combinación de agregado fino y grueso que produzca la mejor compacidad. El parámetro que definirá la mejor combinación será el Peso Unitario Compactado Máximo, con variación en las proporciones de los agregados del 5%.

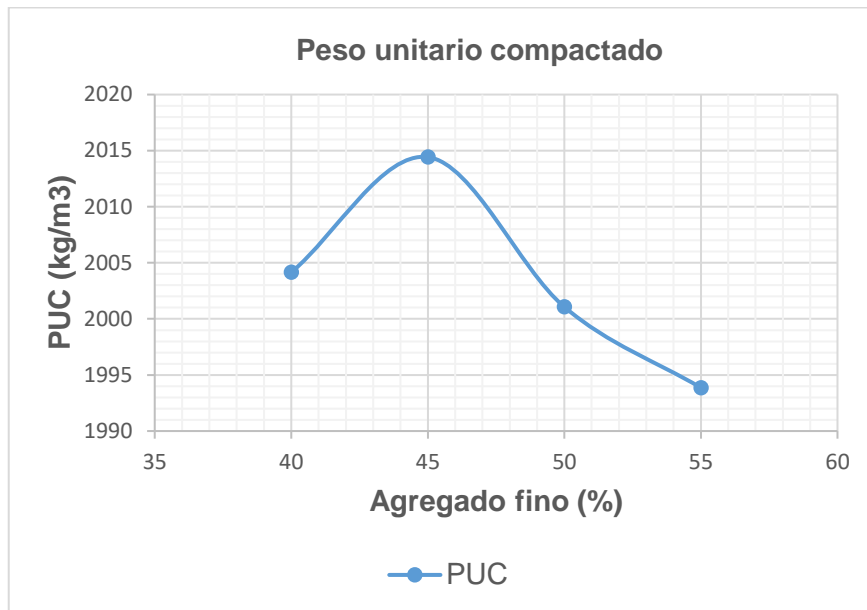
Los resultados para determinar el peso unitario compactado de la combinación de los agregados se muestra en el Cuadro 4.1 y Gráfico 4.1.

Cuadro 4.1: Valores del peso unitario compactado de la combinación de los agregados

Agregado fino (%)	Agregado grueso (%)	PUC (Kg/m ³)
40	60	2004
45	55	2014
50	50	2001
55	45	1994
60	40	1973

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4.1: Peso unitario compactado de la combinación de los agregados



Fuente: Elaboración propia

- b) Después de hallar la mejor combinación para obtener el Peso Unitario Compactado Máximo del agregado global, se tomó en cuenta la resistencia, para lo cual se procedió a diseñar variando el porcentaje de los agregados en un +/- 3%, de la relación arena/piedra con mayor P.U.C. obtenido, para lo cual se encontró la cantidad necesaria de agua para lograr un asentamiento de 4". Para obtener ese asentamiento se tuvo que variar la cantidad de agua hasta encontrar dicho valor.

Para la presente investigación las relaciones (a/c) utilizadas para el concreto patrón fueron de 0.70, 0.65 y 0.60 y las proporciones de agregados fueron:

$$\frac{\%arena}{\%piedra} = \frac{42}{58}$$

$$\frac{\%arena}{\%piedra} = \frac{45}{55}$$

$$\frac{\%arena}{\%piedra} = \frac{48}{52}$$

4.1.2 Método de diseño del ACI:

La secuencia de diseño es la siguiente:

- a) Elección de la relación agua/cemento (a/c), para la presente tesis es de 0.70, 0.65 y 0.60 (C.H.arena=1.76% , C.H.piedra=0.52%)
- b) Elección del asentamiento: 3" a 4"
- c) Estimación del contenido de aire atrapado
Para T.M.N de 1" es de 1.5%
- d) Estimación del agua de diseño para 1m³

Cuadro 4.2 Estimación del agua de diseño

Asentamiento	Agua lt/m ³ , para TMN agregados y consistencias indicadas						
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
Concreto sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154

Fuente: Comité ACI 211.1-91.

Para nuestros datos el agua seleccionada es de 193 litros por metro cúbico.

- e) Calcular la cantidad de cemento.

$$Cemento = \frac{agua}{\left(\frac{a}{c}\right)} = \frac{193}{0.70} = 275.71 \text{ kg}$$

- f) Calcular el volumen total de agregados en la mezcla.

$$Vol. \text{ total de agregados} = 1 - (Vol. \text{ de agua} + Vol. \text{ de cemento} + Vol. \text{ de aire}) = 0.70 \text{ m}^3$$

- g) Cálculo del peso seco por metro cúbico de concreto de agregado grueso y fino.

$$Vol. \text{ total de agregado} = \frac{P. \text{ Seco arena}}{P. E. \text{ arena}} + \frac{P. \text{ Seco piedra}}{P. E. \text{ piedra}}$$

$$\% \text{Arena} = \frac{P. \text{Seco arena}}{(P. \text{Seco arena} + P. \text{Seco piedra})}$$

$$P. \text{Seco arena} = 787.40 \text{ kg} , P. \text{Seco piedra} = 1084.87 \text{ kg}$$

h) Se calcula el volumen absoluto del agregado grueso y fino.

$$\text{Vol. absoluto de arena} = \frac{P. \text{Seco arena}}{P. E. \text{arena}} = 0.30$$

$$\text{Vol. absoluto de piedra} = \frac{P. \text{Seco piedra}}{P. E. \text{piedra}} = 0.41$$

i) Corrección del peso del agregado grueso y fino por humedad.

$$\text{Peso húmedo de arena} = \frac{P. \text{Seco arena}}{\left(1 + \frac{C.H. \text{arena}}{100}\right)} = 801.30 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo de piedra} = \frac{P. \text{Seco piedra}}{\left(1 + \frac{C.H. \text{piedra}}{100}\right)} = 1090.53 \text{ kg}$$

j) Corrección del agua de diseño:

$$\text{Agua de la arena} = P. \text{Seco} \times (C. H. \text{arena} - \% \text{absorción de arena}) = 2.08 \text{ kg}$$

$$\text{Agua de la piedra} = P. \text{Seco} \times (C. H. \text{piedra} - \% \text{absorción de piedra}) = 1.29 \text{ kg}$$

$$\text{Corrección del agua} = \text{Agua de la arena} + \text{Agua de la piedra} = 3.37 \text{ kg}$$

$$\text{Agua corregida} = \text{Agua inicial} - \text{Corrección de agua} = 189.63 \text{ kg}$$

Cuadro 4.3: Diseño obtenido para una relación a/c: 0.70, %Arena=42%, %Piedra=58%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	275.71	0.09	1.00	275.71	1.00	3.509
Agua	193.00	0.19	0.70	189.63	0.69	2.413
Arena	787.40	0.30	2.86	801.30	2.91	10.198
Piedra	1084.87	0.41	3.93	1090.53	3.96	13.879
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2341.00	1.000				30.00
Asentamiento	0.5"					

Fuente: Elaboración propia

Se deseó obtener un asentamiento de 3" a 4" para lo cual se varió la cantidad de agua, pero se mantuvo constante la relación agua/cemento (a/c) y además la relación arena/piedra.

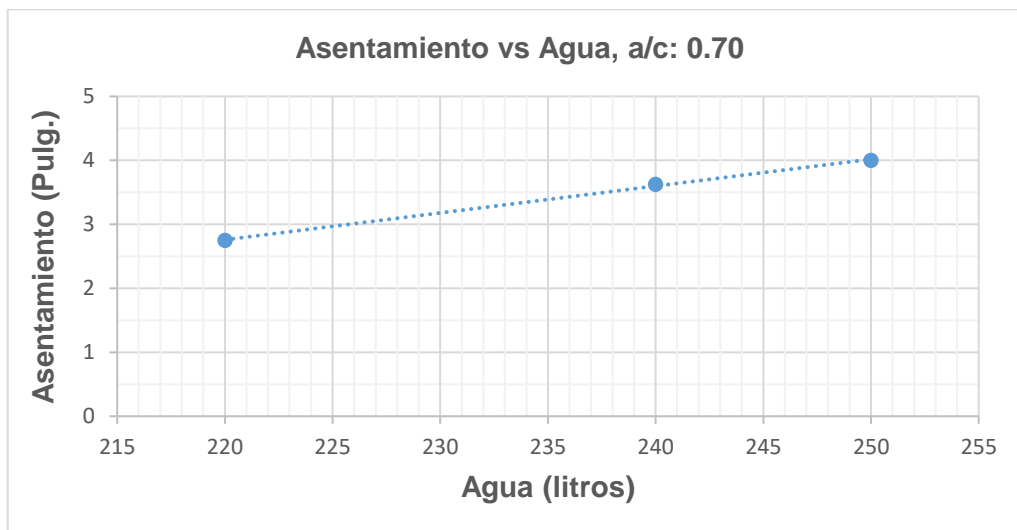
La obtención del agua necesaria, así como también los diseños finales para cada relación arena/piedra se encuentran en forma más detallada en anexos. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.4: Obtención de Agua de diseño para diferentes Slump, a/c: 0.70

Relación a/c	%A / %P	Agua (Litros)	Slump (pulg)
0.7	42/58	220	2.75
		240	3.625
		250	4

Fuente: Elaboración propia

Grafico 4.2: Asentamiento vs Agua para una relación a/c: 0.70



Fuente: Elaboración propia

Finalmente se obtiene el valor del Agua (Litros) = 250 para un Slump de 4".

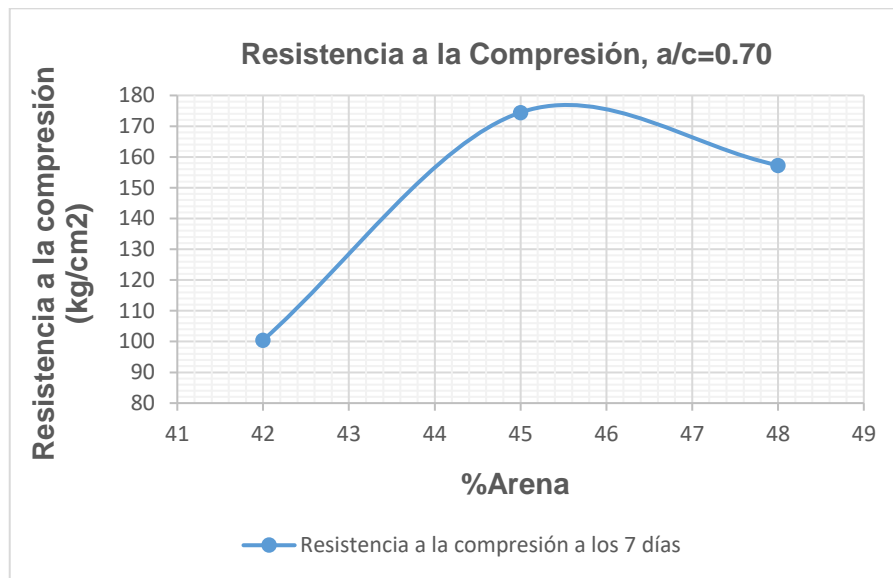
Con los 3 diseños finales se procedió a realizar 5 probetas para cada relación arena/piedra, con la cantidad de agua encontrada y curadas a los 7 días, después se realizó el ensayo de Resistencia a la compresión.

Cuadro 4.5: Ensayo de Resistencia a la compresión realizado a los 7 días de curado para a/c: 0.70

%Arena	%Piedra	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Curado (días)
42	58	100.46	7
45	55	174.47	7
48	52	157.31	7

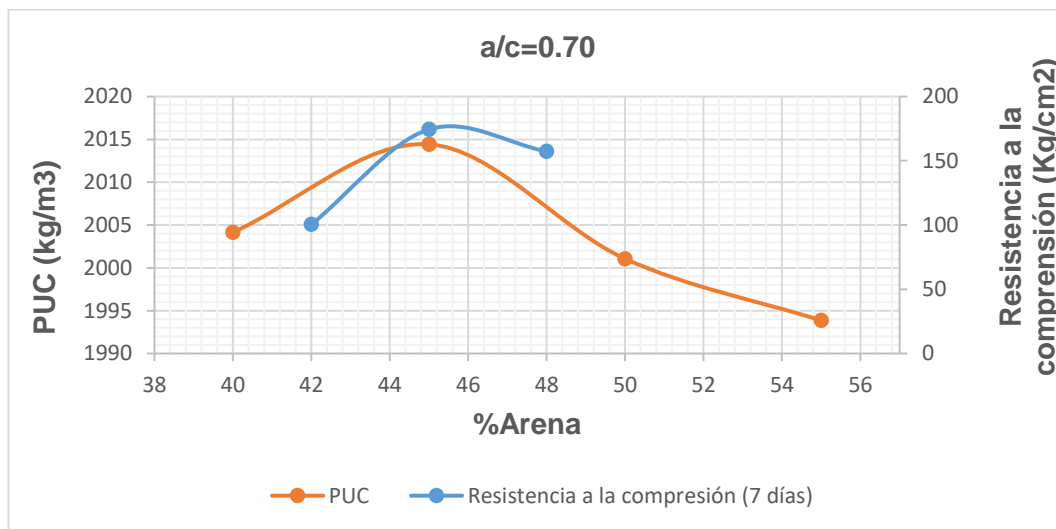
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4.3: Resistencia a la compresión a los 7 días vs. Relación %Arena para a/c: 0.70



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4.4: Superposición de gráficas para obtener la mejor combinación de agregados y a la vez mayor resistencia.



Fuente: Elaboración propia

Para la relación 45% / 55% se obtuvo los mejores resultados, por lo tanto se escogió esta relación, siendo el diseño patrón final el siguiente:

Cuadro 4.6: Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.70

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m³)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	357.14	0.11	1.00	357.14	1.00	4.711
Agua	250.00	0.25	0.70	245.65	0.69	3.241
Arena	744.43	0.280	2.08	758.02	2.12	9.999
Piedra	907.77	0.342	2.54	913.36	2.56	12.049
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2259.35	1.000				30.00
Asentamiento	4"					

Fuente: Elaboración propia

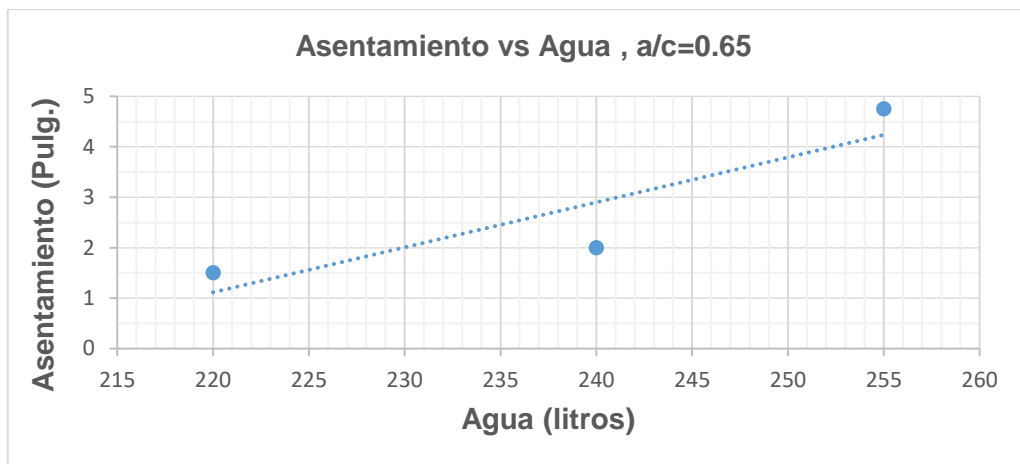
De la misma forma, se procedió a calcular el Agua para un slump de 4" y resistencia a la compresión para las relaciones a/c de 0.65 y 0.60. También se encontró que para las relaciones de arena / piedra = 45% / 55% se obtuvo la mejor resistencia a la compresión y PUC máximo.

Cuadro 4.7: Obtención del Agua de diseño para diferentes Slump, a/c: 0.65

Relación a/c	%A / %P	Agua (Litros)	Slump (pulg)
0.65	42/58	220	1.5
		240	2
		255	4.75
		245	3.347

Fuente: Elaboración propia

Grafico 4.5 Asentamiento vs Agua para una relación a/c: 0.65



Fuente: Elaboración propia

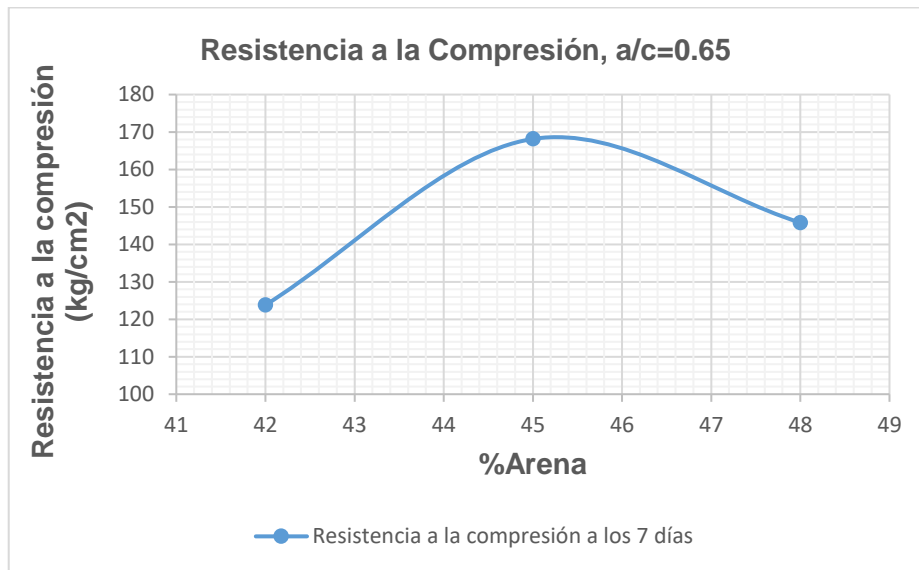
Finalmente se obtiene el valor del Agua (Litros) = 252.32 para un Slump de 4”.

Cuadro 4.8: Ensayo de Resistencia a la compresión realizado a los 7 días de curado para a/c: 0.65

%Arena	%Piedra	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Curado (días)
42	58	123.83	7
45	55	168.15	7
48	52	145.82	7

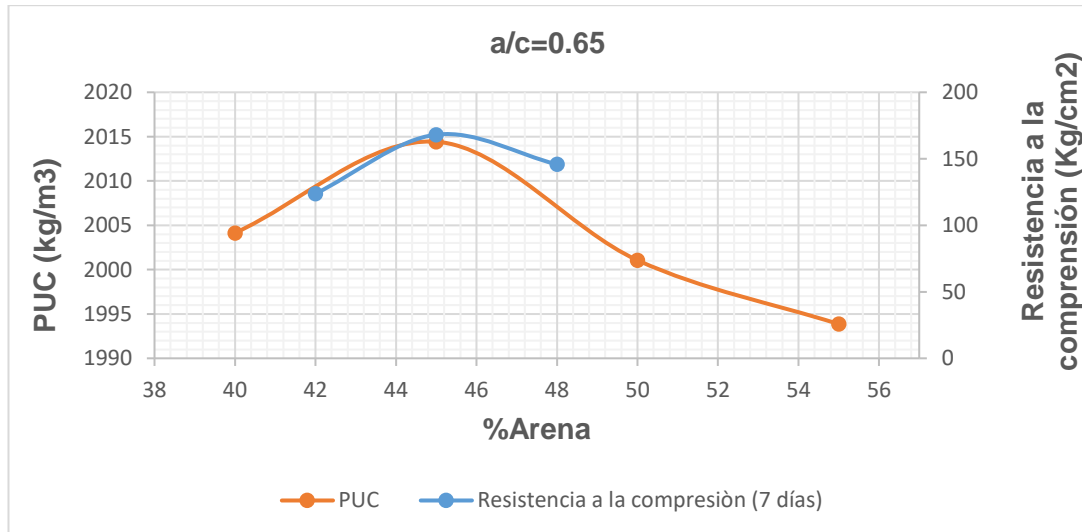
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4.6: Resistencia a la compresión a los 7 días vs. Relación %Arena para a/c: 0.65



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4.7: Superposición de gráficas para obtener la mejor combinación de agregados y a la vez mayor resistencia.



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.9: Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.65

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	388.18	0.12	1.00	388.18	1.00	5.119
Agua	252.32	0.25	0.65	249.34	0.64	3.288
Arena	729.85	0.274	1.88	742.73	1.91	9.795
Piedra	889.99	0.335	2.29	894.63	2.30	11.798
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2260.356	1.000				30.00
Asentamiento	4"					

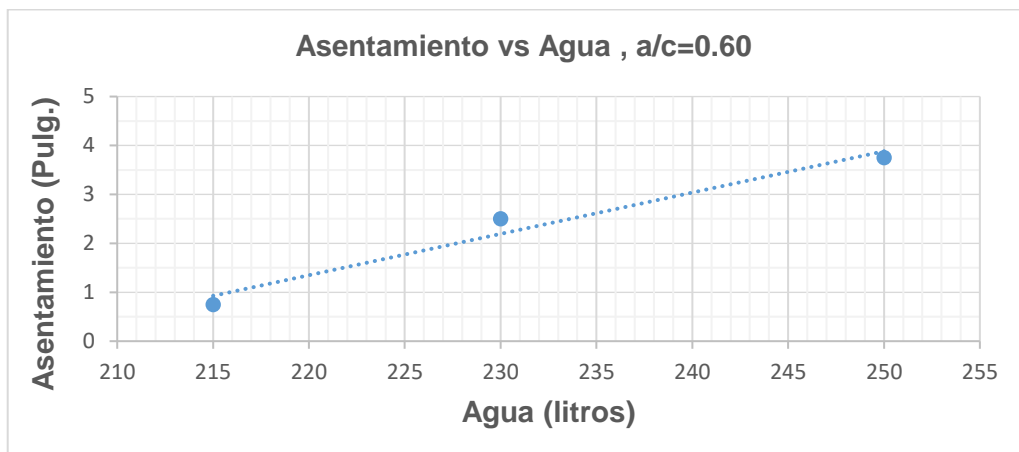
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.10: Obtención del Agua de diseño para diferentes Slump, a/c: 0.60

Relación a/c	%A / %P	Agua (Litros)	Slump (pulg)
0.6	42/58	193	0.5
		215	0.75
		230	2.5
		250	3.75

Fuente: Elaboración propia

Grafico 4.8: Asentamiento vs Agua para una relación a/c: 0.60



Fuente: Elaboración propia

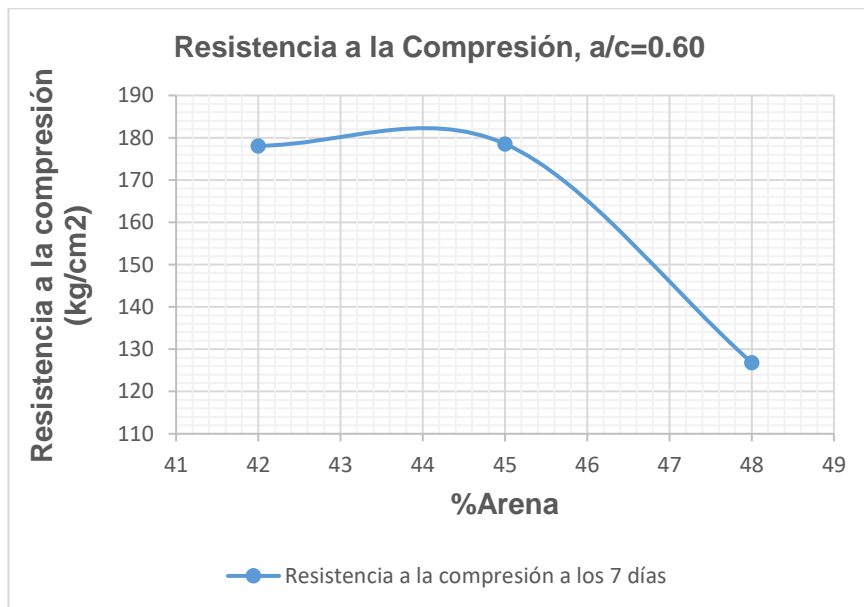
Finalmente se obtiene el valor del Agua (Litros) = 251.28 para un Slump de 4".

Cuadro 4.11: Ensayo de Resistencia a la compresión realizado a los 7 días de curado para a/c: 0.60

%Arena	%Piedra	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Curado (días)
42	58	178.09	7
45	55	178.55	7
48	52	126.82	7

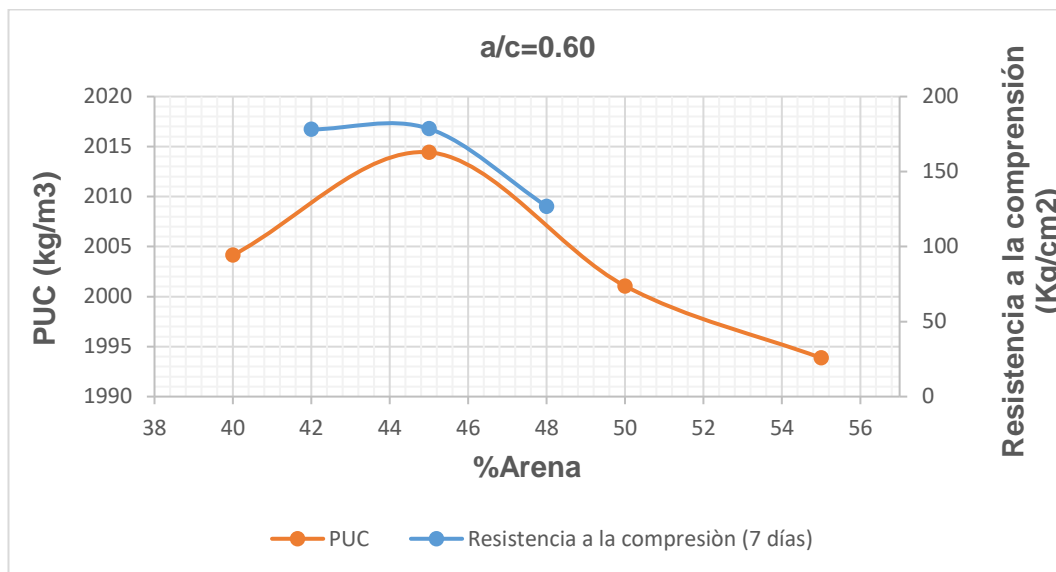
Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4.9: Resistencia a la compresión a los 7 días vs. Relación %Arena para a/c: 0.60



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4.10: Superposición de gráficas para obtener la mejor combinación de agregados y a la vez mayor resistencia.



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.12: Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.60

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m³)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	418.80	0.13	1.00	418.80	1.00	5.508
Agua	251.28	0.25	0.60	248.34	0.59	3.266
Arena	719.45	0.270	1.72	732.15	1.75	9.629
Piedra	877.31	0.330	2.09	881.89	2.11	11.598
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2266.863	1.000				30.00
Asentamiento	4"					

Fuente: Elaboración propia

4.2 DISEÑO DEL CONCRETO CON ADITIVO (CPA):

Para el diseño del concreto con aditivo (CPA), al concreto patrón se le añadió el aditivo plastificante "Chema plast" en un 0.35% del peso del cemento y se redujo la cantidad de agua en un porcentaje desde una curva experimental manteniendo el asentamiento del concreto resultante en 4 pulgadas. (C.H.arena=2.71%, C.H. piedra=0.29%)

4.2.1 Cálculo de Reducción de agua de diseño de mezcla patrón:

Según la Hoja Técnica “Chema plast” la cantidad recomendada para su uso es de 145 a 360 ml por bolsa de cemento al agua de amasado, transformando a unidades de porcentaje de peso de cemento es de 0.41% a 1.02%.

Cálculo del Agua corregida por la Reducción de agua mediante la siguiente fórmula:

$$Agua\ corregida = \{Agua - [Arenax(CH - Abs) + Piedrax(CH - Abs)]\}x(1 - R)$$

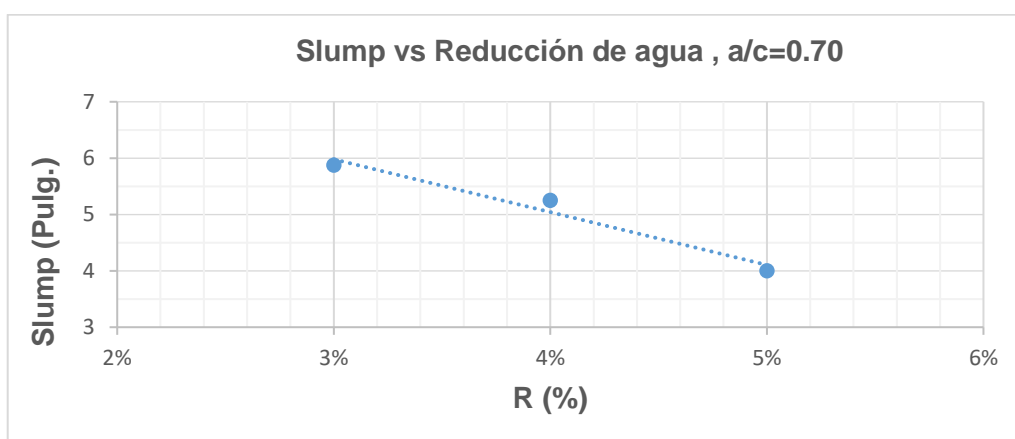
Para encontrar el porcentaje óptimo de aditivo, primero se eligió un porcentaje de 0.41% de Aditivo, tal y como la hoja técnica recomienda, sin embargo, se obtuvieron Asentamientos mayores a 5 pulgadas (se busca 4 pulgadas), por lo que se disminuyó la cantidad hasta un 0.35% y se calcularon las reducciones de agua mediante las siguientes curvas experimentales.

Cuadro 4.13: Valores de Reducción de agua, a/c:0.70 + 0.35%Aditivo

R (%)	SLUMP (pulg)
3%	5.875
4%	5.25
5%	4

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4.11: Slump vs Reducción de agua., a/c:0.70 + 0.35%Aditivo



Fuente: Elaboración propia

Se determina que, para un Slump de 4” se obtiene una Reducción de agua de 5%

Cuadro 4.14: Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.70 + 0.35%Aditivo

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	357.14	0.11	1.00	357.14	1.00	4.740
Agua	250.00	0.25	0.70	229.93	0.64	3.051
Arena	743.18	0.279	2.08	763.34	2.14	10.131
Piedra	906.25	0.341	2.54	908.86	2.54	12.062
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.25	0.001			0.0035	0.017
Sumatoria	2257.83	1.000				30.000
Asentamiento	4"					

Fuente: Elaboración propia

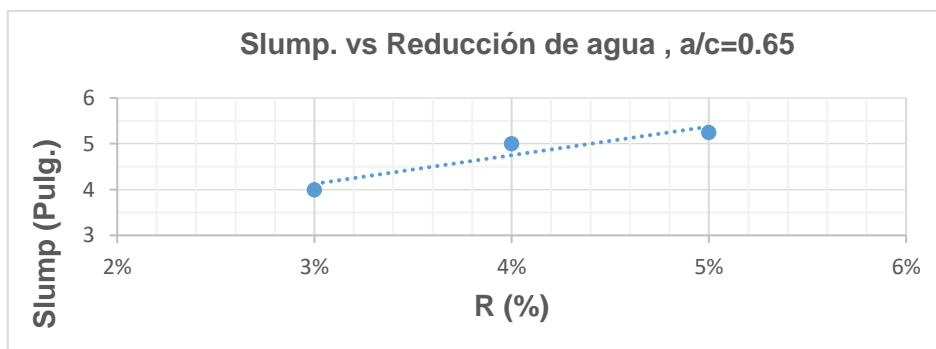
De la misma forma, se procedió a calcular las Reducciones de agua añadiendo 0.35% de Aditivo “Chemaplast” para las relaciones de agua/cemento 0.65 y 0.60 para un Slump de 4”.

Cuadro 4.15: Valores de Reducción de agua, a/c:0.65 + 0.35%Aditivo

R (%)	SLUMP (pulg)
3%	4
4%	5
5%	5.25

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4.12: Slump vs Reducción de agua., a/c:0.65 + 0.35%Aditivo



Fuente: Elaboración propia

Se determina que, para un Slump de 4” se obtiene una Reducción de agua de 3%

Cuadro 4.16: Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.65 + 0.35%Aditivo

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	388.18	0.12	1.00	388.18	1.00	5.140
Agua	252.32	0.25	0.65	237.17	0.61	3.140
Arena	728.49	0.274	1.88	748.25	1.93	9.907
Piedra	888.33	0.335	2.29	890.90	2.30	11.795
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.36	0.001			0.0035	0.018
Sumatoria	2258.71	1.000				30.000
Asentamiento	4"					

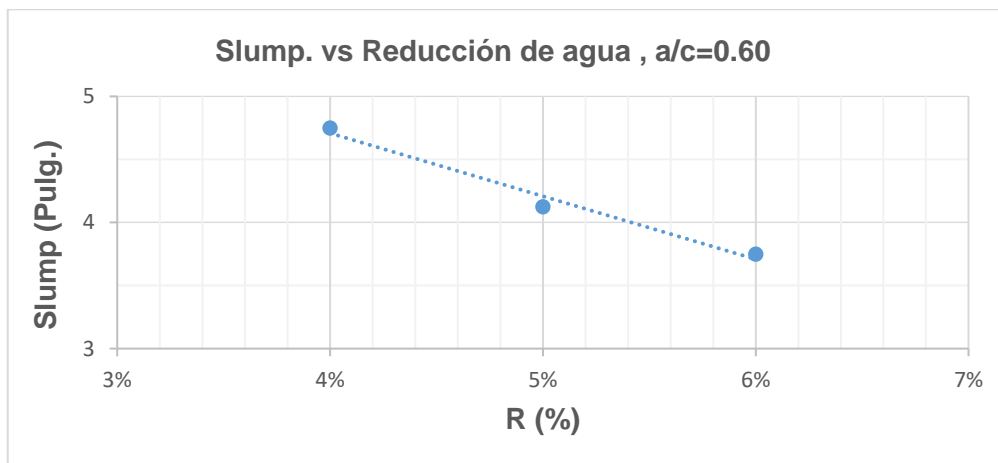
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.17: Valores de Reducción de agua, a/c:0.60 + 0.35%Aditivo

R (%)	SLUMP (pulg)
4%	4.75
5%	4.125
6%	3.75

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 4.13: Slump vs Reducción de agua., a/c:0.60 + 0.35%Aditivo



Fuente: Elaboración propia

Se determina que, para un Slump de 4" se obtiene una Reducción de agua de 5.42%

Cuadro 4.18: Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.60 + 0.35%Aditivo

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m ³)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	418.80	0.13	1.00	418.80	1.00	5.544
Agua	251.28	0.25	0.60	230.38	0.55	3.050
Arena	717.99	0.270	1.71	737.47	1.76	9.763
Piedra	875.53	0.330	2.09	878.05	2.10	11.624
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.47	0.001			0.0035	0.019
Sumatoria	2265.08	1.000				30.000
Asentamiento	4"					

Fuente: Elaboración propia

4.3 DISEÑO DEL CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 (CAM5 Y CAM10):

Para el diseño del concreto con aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% del peso del cemento, cuya notación es CAM5 se le añadió a los diseños finales de Concreto patrón más aditivo (CPA) de relaciones agua/cemento de 0.70, 0.65 y 0.60 con slump de 4". (C.H.arena=2.85%, C.H. piedra=0.20%)

Para el diseño del concreto con aditivo más Micromineral SiO 400 al 10% del peso del cemento, cuya notación es CAM10 se le añadió a los diseños finales de Concreto patrón más aditivo (CPA) de relaciones agua/cemento de 0.70, 0.65 y 0.60 con slump de 4". (C.H.arena=2.85%, C.H. piedra=0.20%)

Cuadro 4.19: Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.70 (CAM5), R=5%,
Micromineral=5%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	357.14	0.11	1.00	357.14	1.00	4.746
Agua	250.00	0.25	0.70	229.83	0.64	3.054
Arena	733.80	0.276	2.05	754.70	2.11	10.030
Piedra	894.81	0.337	2.51	896.60	2.51	11.916
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.25	0.001			0.004	0.017
Microsilice	17.86	0.008			0.050	0.237
Sumatoria	2254.87	1.000				30.000
Asentamiento	2"					

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.20: Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.65 (CAM5), R=3%,
Micromineral=5%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	388.18	0.12	1.00	388.18	1.00	5.147
Agua	252.32	0.25	0.65	237.08	0.61	3.144
Arena	718.30	0.270	1.85	738.75	1.90	9.796
Piedra	875.90	0.330	2.26	877.66	2.26	11.638
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.36	0.001			0.004	0.018
Microsilice	19.41	0.009			0.050	0.257
Sumatoria	2255.49	1.000				30.000
Asentamiento	1.625"					

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.21: Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.60 (CAM5), R=5.42%,
Micromineral=5%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	418.80	0.13	1.00	418.80	1.00	5.553
Agua	251.28	0.25	0.60	230.30	0.55	3.054
Arena	706.99	0.266	1.69	727.13	1.74	9.642
Piedra	862.12	0.325	2.06	863.85	2.06	11.454
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.47	0.001			0.004	0.019
Microsilice	20.94	0.009			0.050	0.278
Sumatoria	2261.61	1.000				30.000
Asentamiento	0.8125"					

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.22: Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.70 (CAM10), R=5%,
Micromineral=10%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	357.14	0.11	1.00	357.14	1.00	4.753
Agua	250.00	0.25	0.70	229.93	0.64	3.060
Arena	724.42	0.272	2.03	745.05	2.09	9.915
Piedra	883.37	0.333	2.47	885.14	2.48	11.780
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.25	0.001			0.004	0.017
Microsilice	35.71	0.016			0.100	0.475
Sumatoria	2251.91	1.000				30.000
Asentamiento	1.375"					

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.23: Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.65 (CAM10), R=3%,
Micromineral=10%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	388.18	0.12	1.00	388.18	1.00	5.155
Agua	252.32	0.25	0.65	237.19	0.61	3.150
Arena	708.10	0.266	1.82	728.27	1.88	9.671
Piedra	863.47	0.325	2.22	865.20	2.23	11.490
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.36	0.001			0.004	0.018
Microsilice	38.82	0.017			0.100	0.516
Sumatoria	2252.27	1.000				30.000
Asentamiento	0.75"					

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.24: Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.60 (CAM10), R=5.42%,
Micromineral=10%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	418.80	0.13	1.00	418.80	1.00	5.562
Agua	251.28	0.25	0.60	230.42	0.55	3.060
Arena	695.99	0.262	1.66	715.82	1.71	9.507
Piedra	848.71	0.320	2.03	850.41	2.03	11.295
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.47	0.001			0.004	0.019
Microsilice	41.88	0.018			0.100	0.556
Sumatoria	2258.14	1.000				30.000
Asentamiento	0"					

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V: ENSAYOS Y RESULTADOS

5.1 ENSAYOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

5.1.1 Propiedades del concreto en estado fresco

5.1.1.1 Consistencia

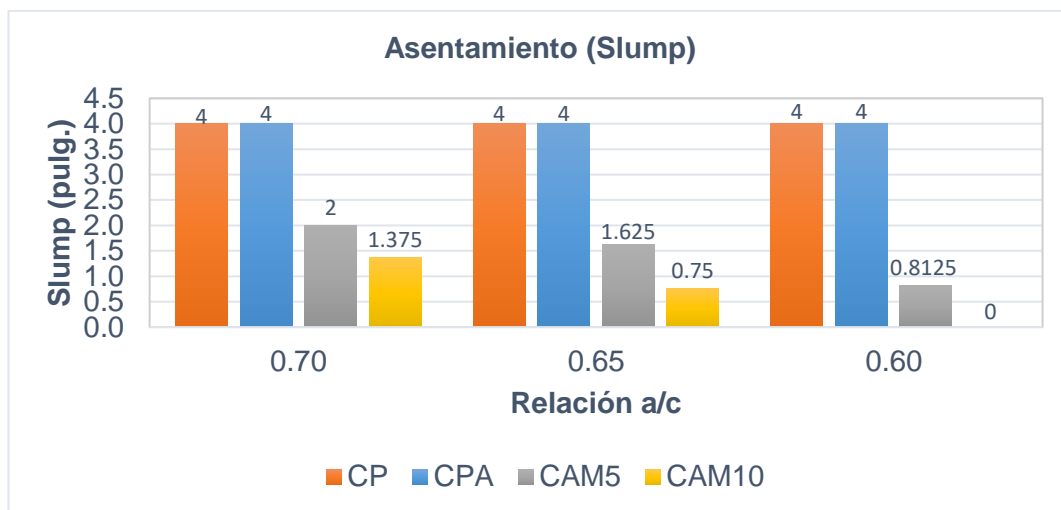
Es la propiedad que tiene el concreto en estado fresco para mantenerse homogénea en un estado determinado en función del tiempo, esta propiedad también se relaciona con la facilidad y manejabilidad del concreto para su colocación en lugares estrechos y para compactarse. Se determinó el asentamiento del concreto según la NTP 339.035. Los valores de consistencia del concreto se muestran en el Cuadro 5.1 y Gráfico 5.1.

Cuadro 5.1: Valores de Asentamiento (Slump)

Relación a/c	Mezcla	Slump (pulg)
0.70	CP	4
	CPA	4
	CAM5	2
	CAM10	1.375
0.65	CP	4
	CPA	4
	CAM5	1.625
	CAM10	0.75
0.60	CP	4
	CPA	4
	CAM5	0.8125
	CAM10	0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.1: Valores de Asentamiento (Slump)



Fuente: Elaboración propia

5.1.1.2 Fluidez

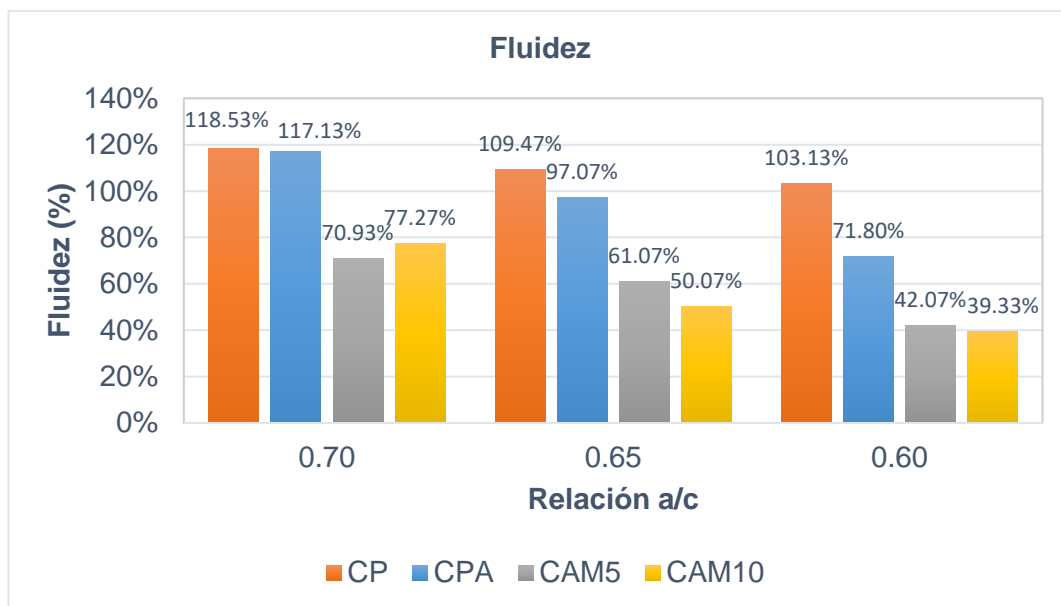
El objetivo de este ensayo es determinar el flujo del concreto, permitiendo obtener un índice de consistencia del concreto y la tendencia a la segregación mediante la expansión del concreto. Este ensayo se realiza en la mesa de sacudidas y éste no mide la trabajabilidad, por lo que un concreto con igual fluidez puede diferir en su trabajabilidad. Se determinó la Fluidez del concreto según la NTP 339.085. Los valores de Fluidez de los diseños de concreto se muestran en el Cuadro 5.2 y Gráfico 5.2.

Cuadro 5.2: Valores de Fluidez

Relación a/c	Mezcla	Fluidez (%)
0.70	CP	118.53%
	CPA	117.13%
	CAM5	70.93%
	CAM10	77.27%
0.65	CP	109.47%
	CPA	97.07%
	CAM5	61.07%
	CAM10	50.07%
0.60	CP	103.13%
	CPA	71.80%
	CAM5	42.07%
	CAM10	39.33%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.2: Valores de Fluidez



Fuente: Elaboración propia

5.1.1.3 Peso unitario

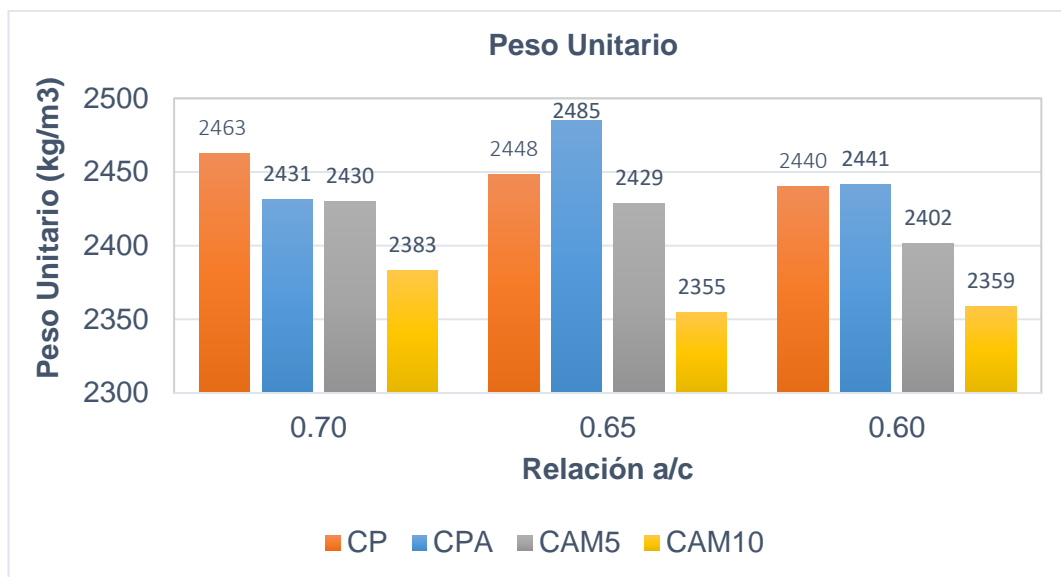
El peso unitario del concreto, es el peso de concreto en un determinado volumen. Los valores del peso unitario varían entre 2355 y 2485 kg/m³, clasificándolos como concretos de peso normal (1700 – 2500 kg/m³). Los resultados del ensayo de peso unitario para los diferentes diseños de mezcla se encuentran en el Cuadro 5.3 y Gráfico 5.3.

Cuadro 5.3: Valores del Peso Unitario

Relación a/c	Mezcla	Peso Unitario (Kg/m ³)
0.70	CP	2463
	CPA	2431
	CAM5	2430
	CAM10	2383
0.65	CP	2448
	CPA	2485
	CAM5	2429
	CAM10	2355
0.60	CP	2440
	CPA	2441
	CAM5	2402
	CAM10	2359

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.3: Valores del Peso Unitario



Fuente: Elaboración propia

5.1.1.4 Contenido de aire

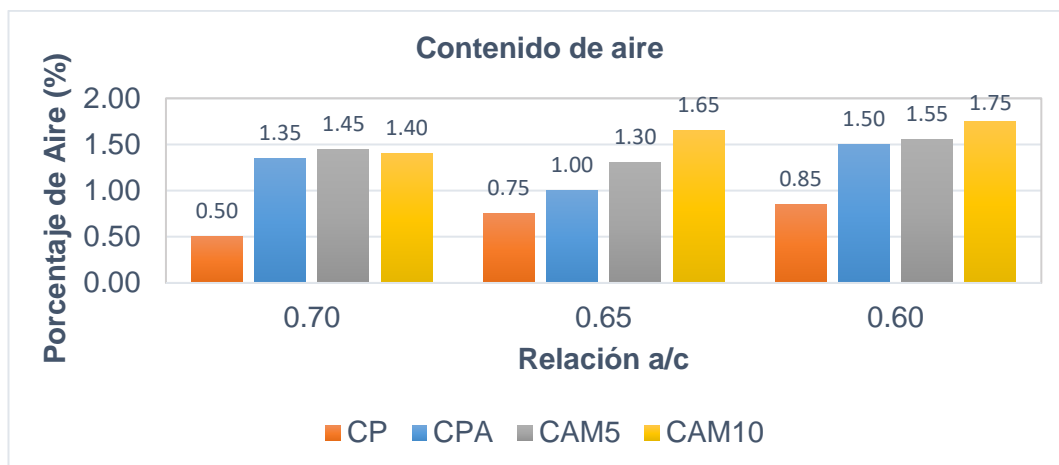
El contenido de aire presente en las mezclas de concreto se determinó según la NTP 339.083. Este ensayo determina el contenido de aire en las mezclas de concreto fresco excluyendo el aire contenido de los poros de los agregados. Los valores del contenido de aire para los diferentes diseños de mezcla se encuentran en el Cuadro 5.4 y Gráfica 5.4.

Cuadro 5.4: Valores de porcentaje de aire

Relación a/c	Mezcla	Porcentaje de aire (%)
0.70	CP	0.50
	CPA	1.35
	CAM5	1.45
	CAM10	1.40
0.65	CP	0.75
	CPA	1.00
	CAM5	1.30
	CAM10	1.65
0.60	CP	0.85
	CPA	1.50
	CAM5	1.55
	CAM10	1.75

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.4: Valores de porcentaje de aire



Fuente: Elaboración propia

5.1.1.5 Tiempo de fragua

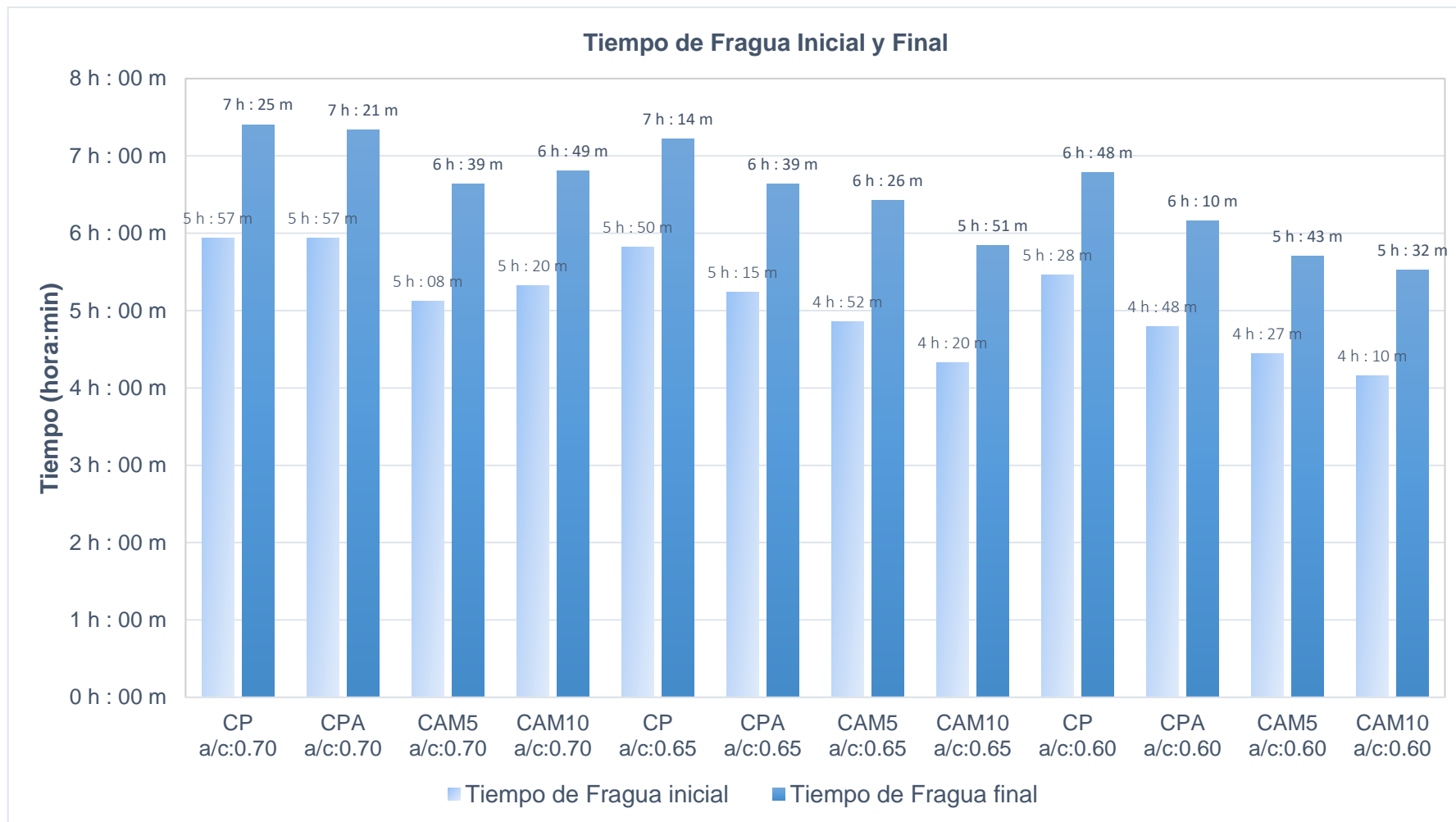
Las reacciones entre el agua y el material cementante son la causa principal del fraguado del concreto. La fragua inicial y final del concreto indican la velocidad de solidificación de la mezcla fresca en el sistema agua – material cementante. El tiempo de fragua se realiza mediante la resistencia a la penetración del mortero que resulta de tamizar el concreto por la malla N°4. Según la NTP 339.082 el tiempo de fragua inicial y final corresponden a una resistencia a la penetración de 500 lb/pulg² y 4000 lb/pulg² respectivamente. Los valores de fragua del concreto se muestran en el Cuadro 5.5, Gráfico 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8

Cuadro 5.5: Tiempos de fragua inicial y final

Relación a/c	Mezcla	Tiempo de Fragua Inicial (hora : min)	Tiempo de Fragua Final (hora : min)
0.70	CP	5 h : 57 m	7 h : 25 m
	CPA	5 h : 57 m	7 h : 21 m
	CAM5	5 h : 08 m	6 h : 39 m
	CAM10	5 h : 20 m	6 h : 49 m
0.65	CP	5 h : 50 m	7 h : 14 m
	CPA	5 h : 15 m	6 h : 39 m
	CAM5	4 h : 52 m	6 h : 26 m
	CAM10	4 h : 20 m	5 h : 51 m
0.60	CP	5 h : 28 m	6 h : 48 m
	CPA	4 h : 48 m	6 h : 10 m
	CAM5	4 h : 27 m	5 h : 43 m
	CAM10	4 h : 10 m	5 h : 32 m

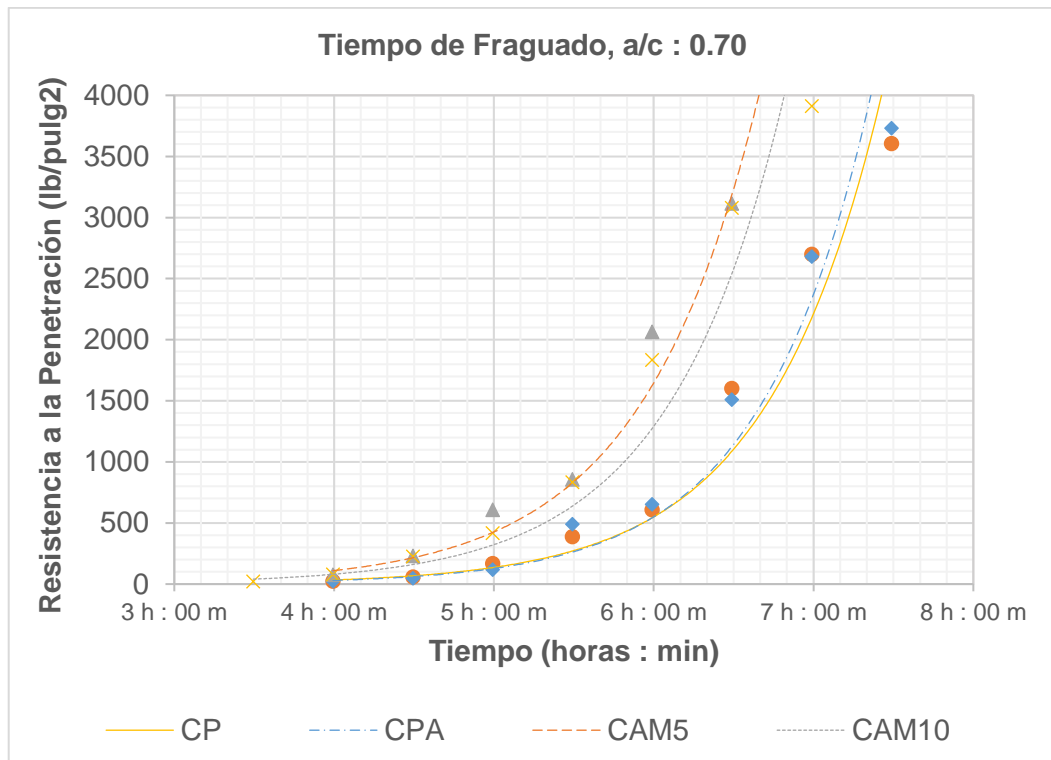
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.5: Comparación de Tiempos de fragua inicial y final



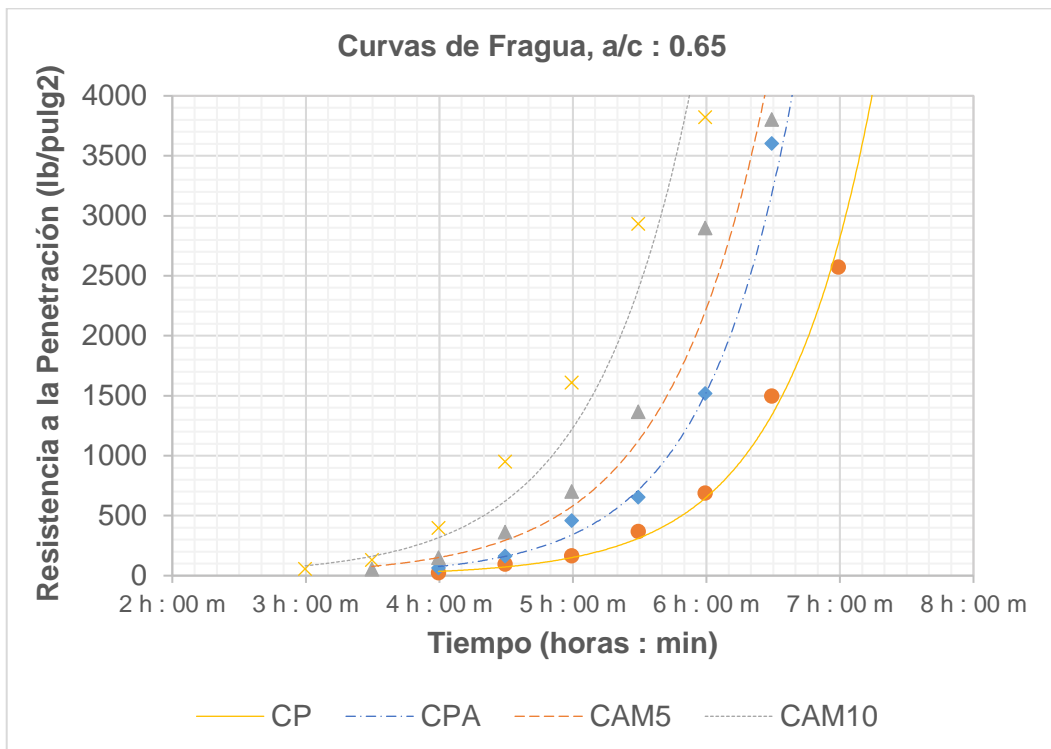
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.6: Curvas de fragua, a/c:0.70



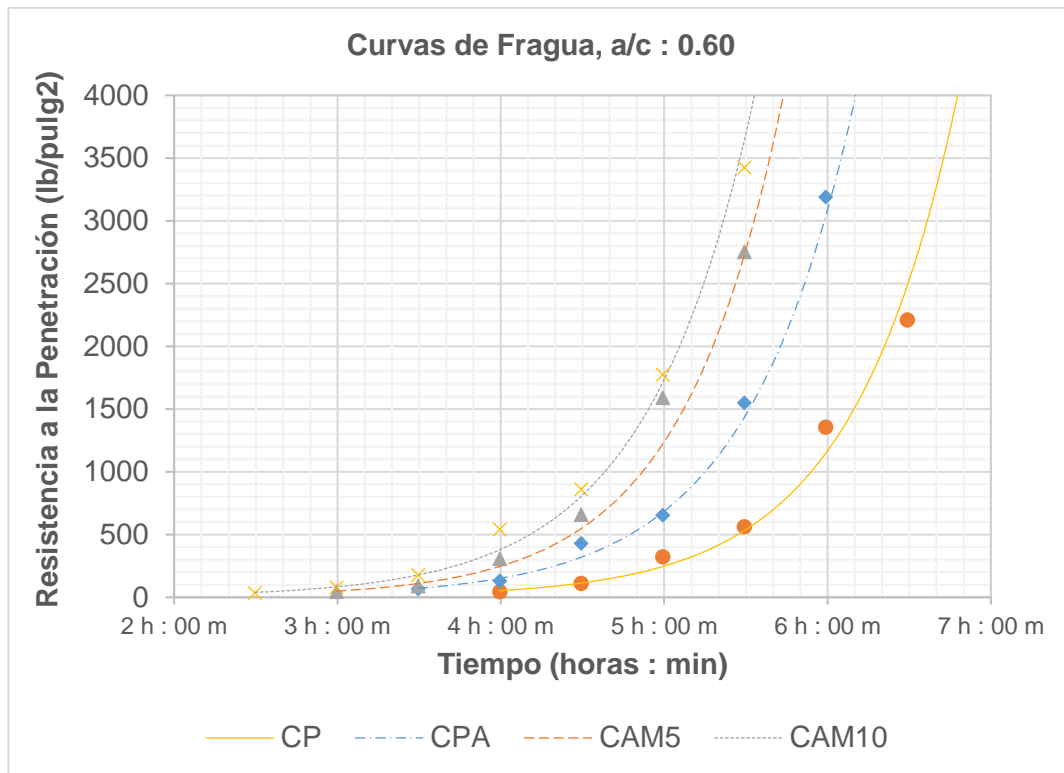
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.7: Curvas de fragua, a/c:0.65



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.8: Curvas de fragua, a/c:0.60



Fuente: Elaboración propia

5.1.1.6 Exudación

La exudación es una forma de segregación de las componentes de una mezcla de concreto fresco durante el tiempo que dura su fraguado, en la que el agua tiende a elevarse hacia la superficie como consecuencia de la incapacidad de los agregados de arrastrarla con ellos al irse compactando. La exudación depende de la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento, es decir, cuanto más finos exista la exudación será menor, ya que este retiene el agua de mezcla. La exudación se produce inevitablemente en el concreto normal y en algunos casos disminuye o es ínfima la exudación cuando se utilizan aditivos reductores de agua.

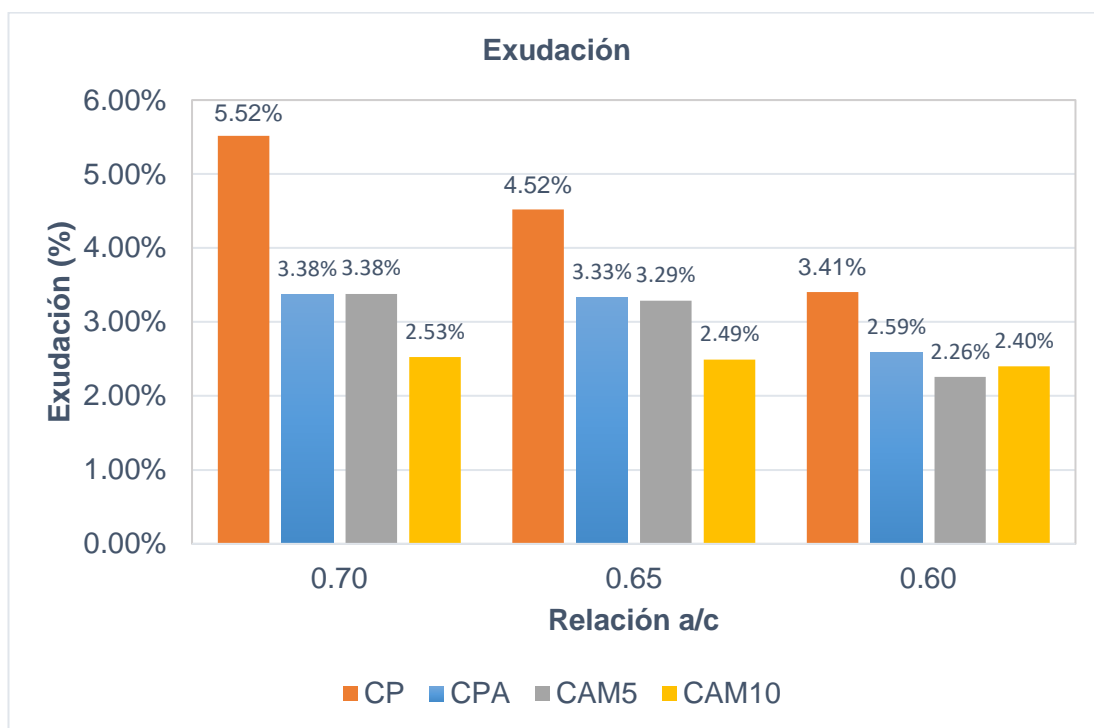
El ensayo de exudación se realizó según la NTP 339.077 y los valores se muestran en el Cuadro 5.6 y Gráfico 5.9.

Cuadro 5.6: Valores de Exudación

Relación a/c	Mezcla	Exudación (%)
0.7	CP	5.52%
	CPA	3.38%
	CAM5	3.38%
	CAM10	2.53%
0.65	CP	4.52%
	CPA	3.33%
	CAM5	3.29%
	CAM10	2.49%
0.6	CP	3.41%
	CPA	2.59%
	CAM5	2.26%
	CAM10	2.40%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.9: Comparación de los Valores de Exudación



Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Propiedades del concreto en estado endurecido

5.1.2.1 Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión del concreto es considerada como la característica más importante del concreto, es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificaciones de concreto. Generalmente el valor máximo de resistencia a la compresión se alcanza a la edad de 28 días, y en el caso de concretos de alta resistencia a partir de la edad de 56 días. Para la presente investigación se elaboraron especímenes cilíndricos de 4x8 pulgadas (10x20 cm) curados en un pozo con agua y se ensayaron a las edades de 1, 7, 28 y 56 días. Para realizar los ensayos de resistencia a la compresión se usaron pads de neopreno según la NTP 339.034. La cantidad de probetas ensayadas se muestran en el Cuadro 5.7 y los valores de la resistencia promedio se muestran en el Cuadro 5.8 y Gráfico 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14 y 5.15

Cuadro 5.7: Cantidad de probetas ensayadas a compresión

Relación a/c	Mezcla	Cantidad de probetas de 4x8 pulg (10x20 cm)			
		Edad (días)			
		1	7	28	56
0.70	CP	10	10	22	11
	CPA	10	10	21	11
	CAM5	11	11	20	22
	CAM10	11	12	20	20
0.65	CP	10	10	22	12
	CPA	10	11	22	11
	CAM5	11	11	20	22
	CAM10	12	12	20	21
0.60	CP	10	10	22	11
	CPA	10	11	21	11
	CAM5	11	11	21	22
	CAM10	11	11	21	21
TOTAL		704			

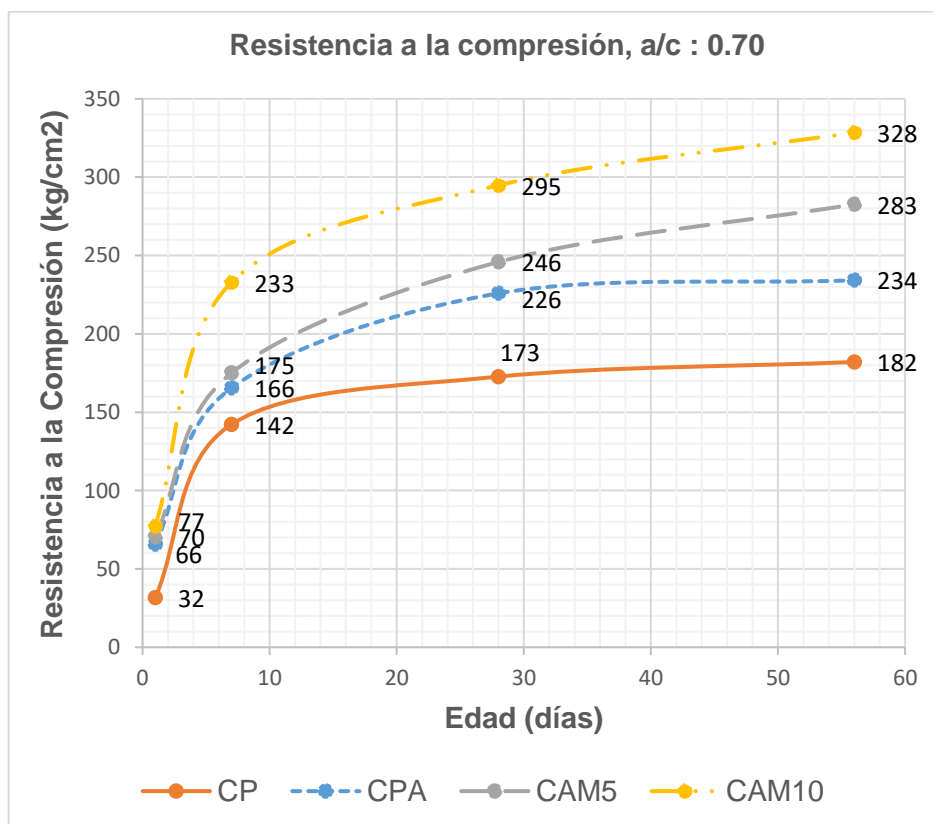
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.8: Valores de Resistencia a la Compresión según edad

Relación a/c	Mezcla	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)			
		Edad (días)			
		1	7	28	56
0.70	CP	32	142	173	182
	CPA	66	166	226	234
	CAM5	70	175	246	283
	CAM10	77	233	295	328
0.65	CP	36	151	230	232
	CPA	74	171	263	264
	CAM5	75	211	275	331
	CAM10	81	240	309	339
0.60	CP	62	167	247	250
	CPA	78	218	306	306
	CAM5	99	262	370	376
	CAM10	124	268	313	354

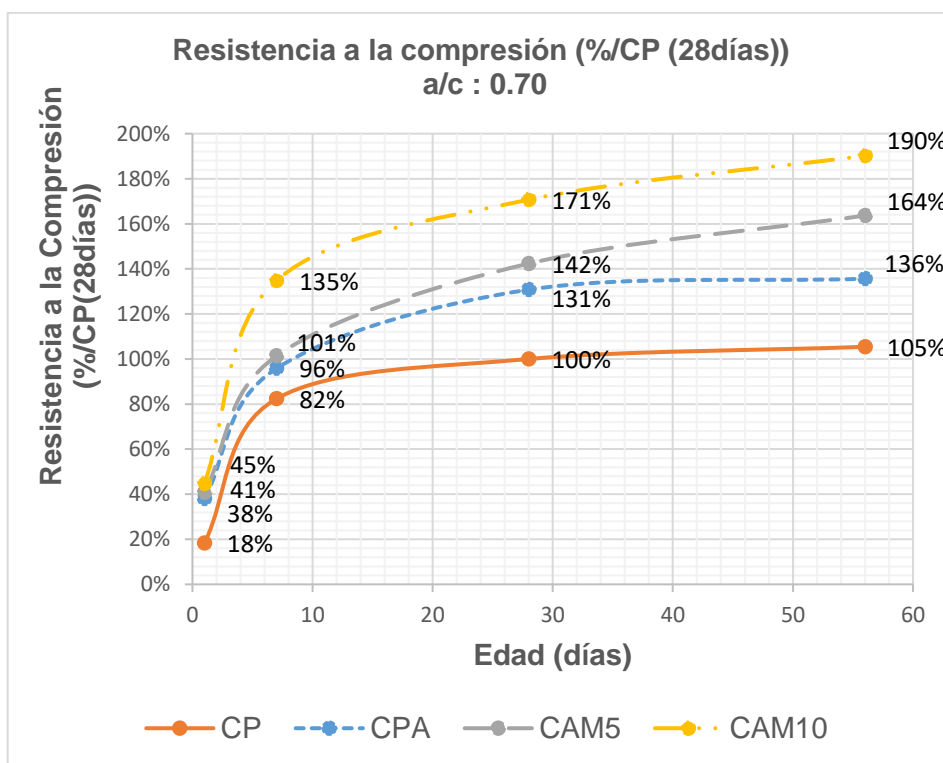
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.10: Valores de Resistencia a la compresión según edad, a/c: 0.70



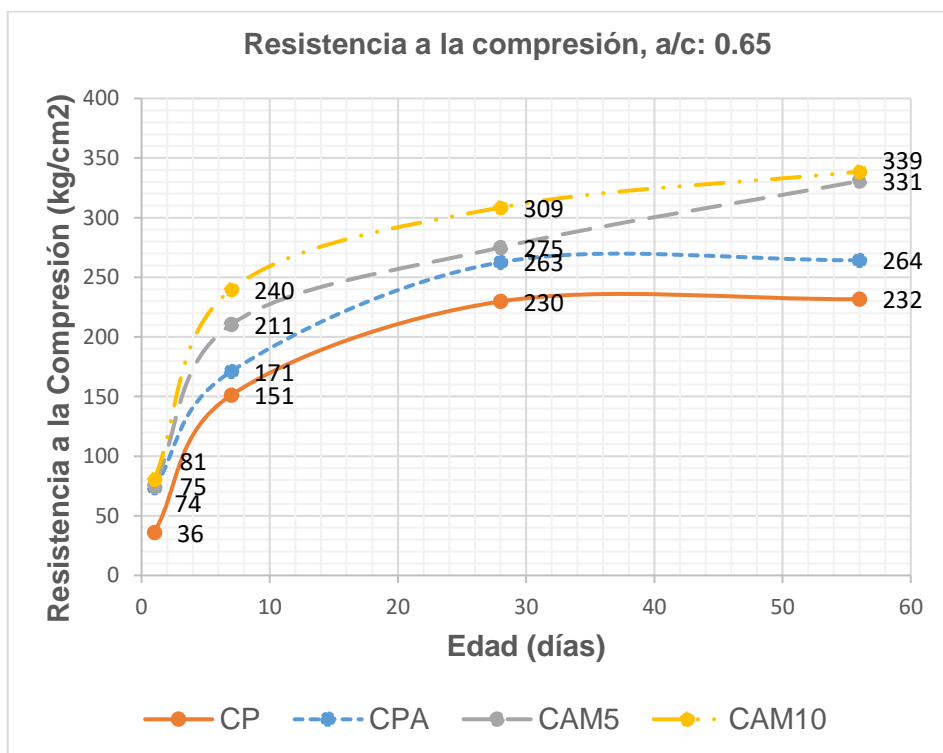
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.11: Resistencia a la compresión (%/CP (28días)), a/c: 0.70



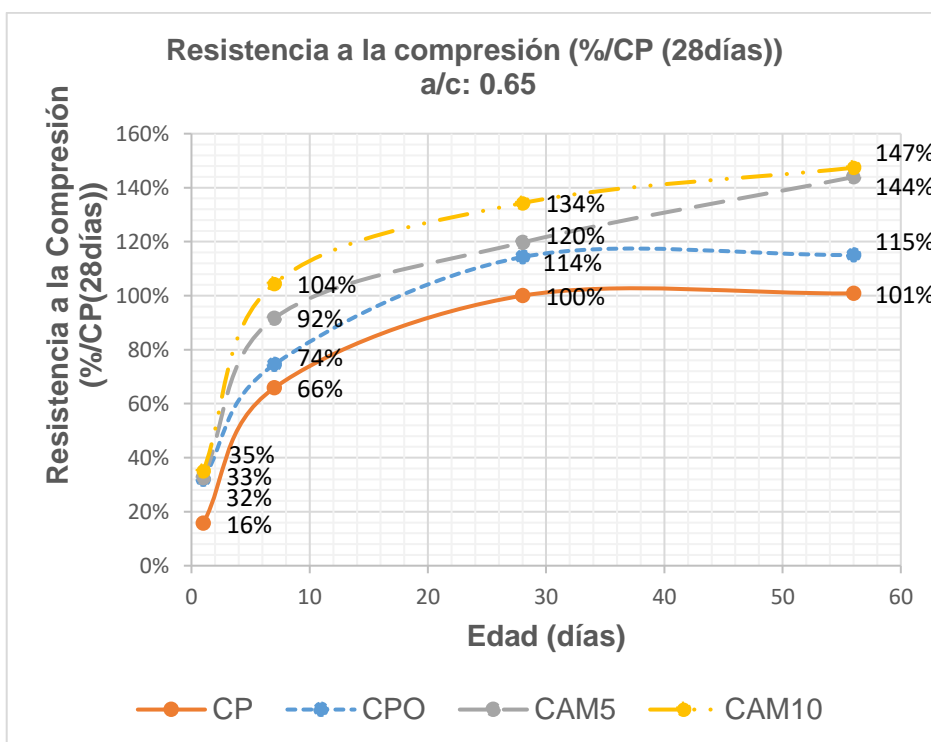
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.12: Valores de Resistencia a la compresión según edad, a/c: 0.65



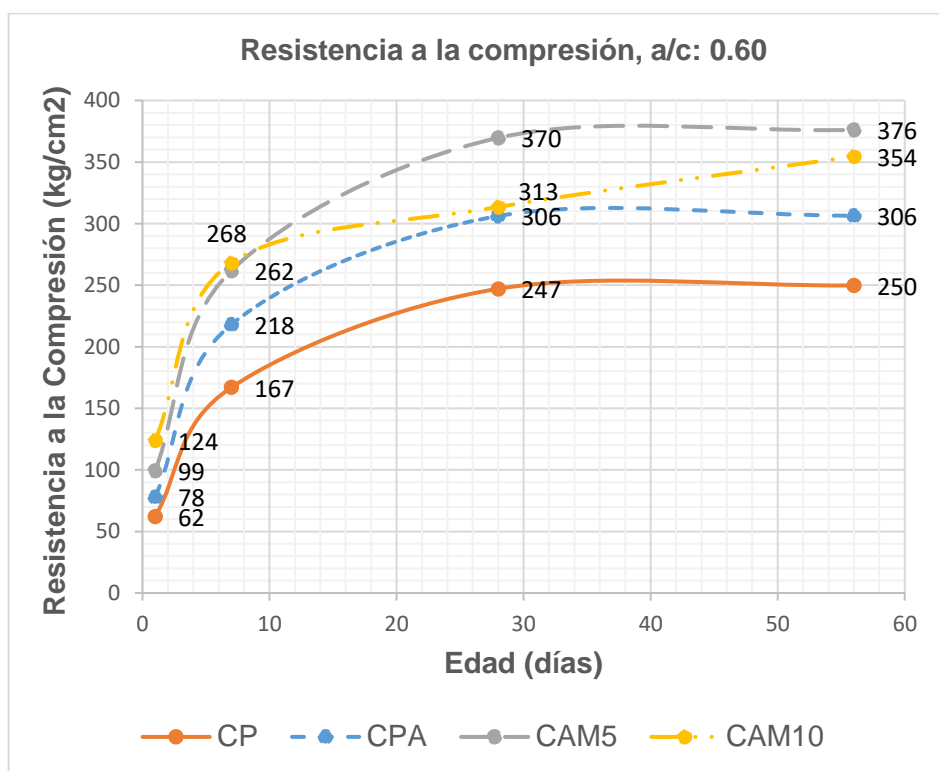
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.13: Resistencia a la compresión (%/CP (28días)), a/c: 0.65



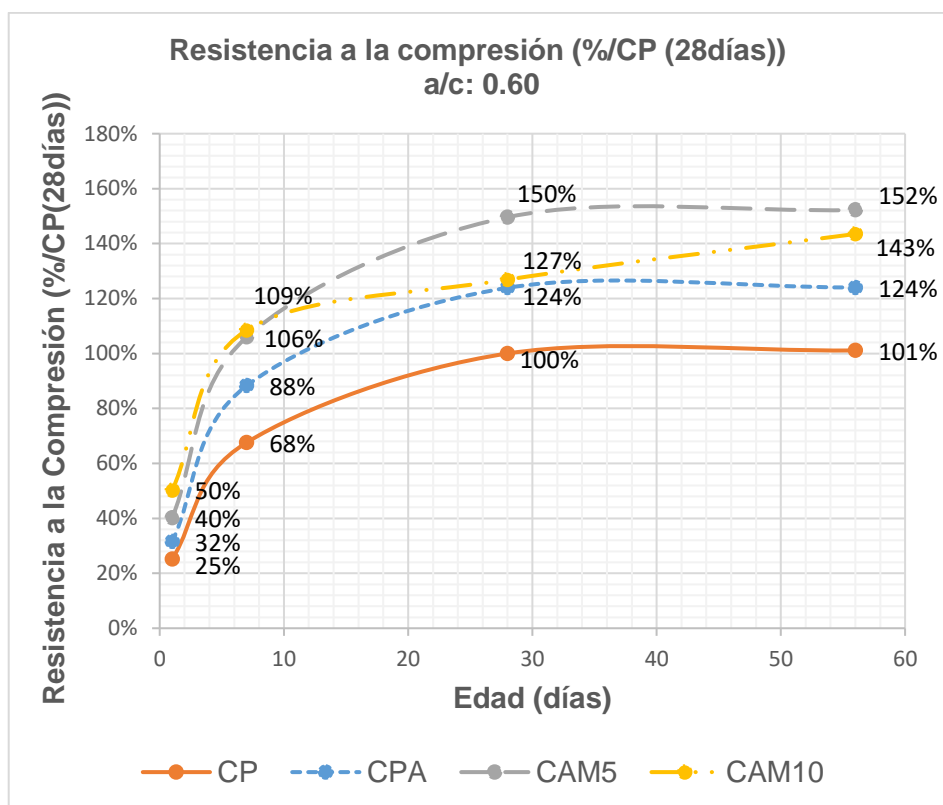
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.14: Valores de Resistencia a la compresión según edad, a/c: 0.60



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.15: Resistencia a la compresión (%/CP (28días)), a/c: 0.60



Fuente: Elaboración propia

5.1.2.2 Resistencia a la Tracción por compresión diametral

La obtención de la Resistencia a la Tracción del concreto se determinó indirectamente a través de la compresión diametral de especímenes cilíndricos de 4x8 pulg (10x20 cm), cuyo contacto entre la probeta y las caras de la compresora fueron piezas de triplay de espesor de 5 mm. Este método de ensayo es conocido también como el método brasileiro y se realizó según la NTP 339.084. La cantidad de probetas ensayadas se muestran en el Cuadro 5.9 y los resultados se muestran en el Cuadro 5.10 y Gráfico 5.16.

Cuadro 5.9: Cantidad de probetas ensayadas a Tracción por compresión diametral a la edad de 28 días

Relación a/c	Mezcla	Cantidad de probetas de 4x8 pulg (10x20 cm)
		Edad (28 días)
0.70	CP	5
	CPA	5
	CAM5	5
	CAM10	6
0.65	CP	6
	CPA	5
	CAM5	5
	CAM10	6
0.60	CP	5
	CPA	5
	CAM5	5
	CAM10	5

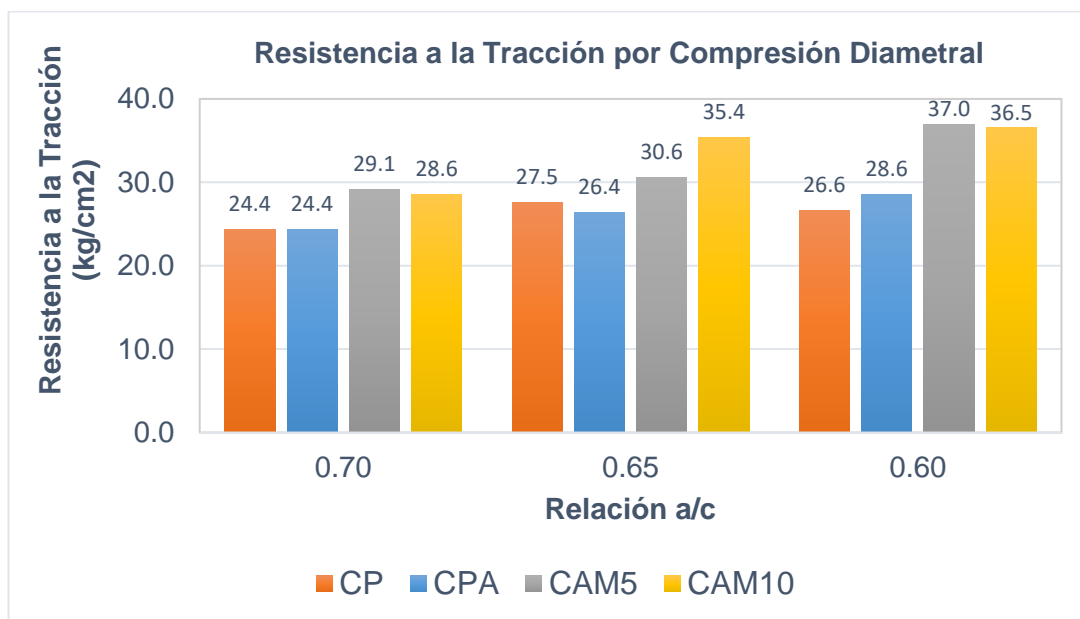
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.10: Valores de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral a la edad de 28 días

Relación a/c	Mezcla	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
		Edad (28 días)
0.70	CP	24.4
	CPA	24.4
	CAM5	29.1
	CAM10	28.6
0.65	CP	27.5
	CPA	26.4
	CAM5	30.6
	CAM10	35.4
0.60	CP	26.6
	CPA	28.6
	CAM5	37.0
	CAM10	36.5

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.16: Valores de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral a la edad de 28 días



Fuente: Elaboración propia

5.1.2.3 Módulo Elástico

El módulo elástico resulta de obtener una relación de esfuerzo – deformación, sometiendo un espécimen cilíndrico de concreto a cargas de compresión que se incrementan progresivamente y se generan deformaciones para rangos elásticos e inelásticos. El concreto tiene propiedades elásticas hasta cierto punto, por lo que se puede afirmar que no tiene un comportamiento perfectamente elástico. Tiene una zona donde los esfuerzos y deformaciones son aproximadamente directamente proporcionales, este límite de proporcionalidad es del 40% de la resistencia a la compresión.

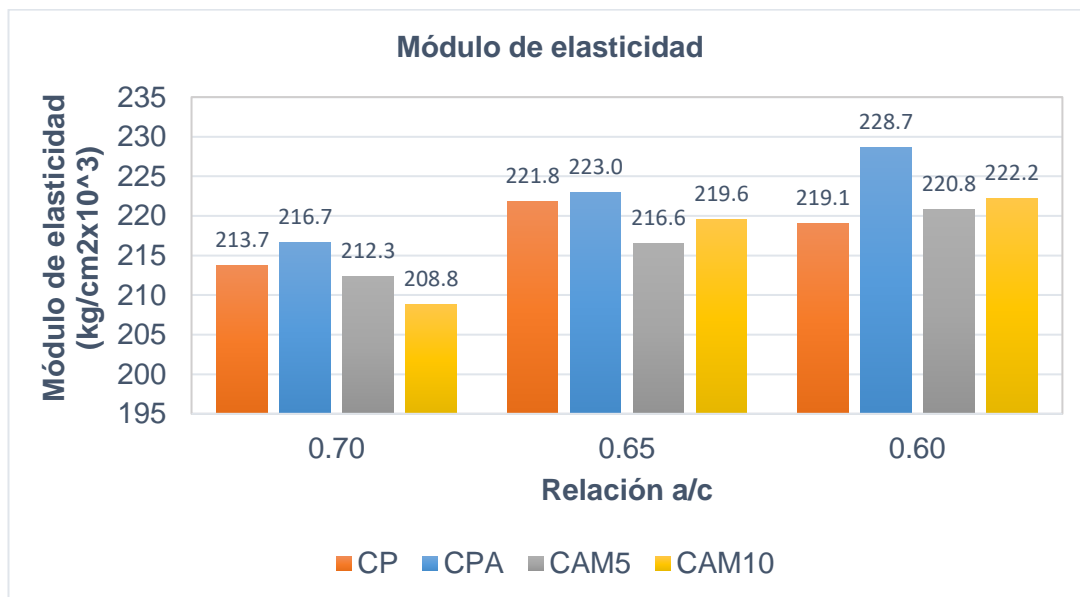
El módulo elástico fue determinado a la edad de 56 días, el ensayo se realizó según la norma ASTM C-469 y NTP339.084 en especímenes cilíndricos de 6x12 pulg. (15x30 cm), cuya cantidad por diseño de mezcla fueron de tres probetas. Los resultados de los ensayos de Módulo Elástico se muestran en el Cuadro 5.11 y Gráfico 5.17.

Cuadro 5.11: Valores del Módulo Elástico para cada diseño de mezcla a la edad de 56 días

Relación a/c	Mezcla	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)
		Edad (56 días)
0.70	CP	213730
	CPA	216697
	CAM5	212320
	CAM10	208767
0.65	CP	221813
	CPA	223007
	CAM5	216563
	CAM10	219587
0.60	CP	219093
	CPA	228673
	CAM5	220820
	CAM10	222217

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.17: Valores del Módulo Elástico para cada diseño de mezcla a la edad de 56 días



Fuente: Elaboración propia

5.2 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.2.1 Generalidades

Los resultados obtenidos en general son positivos, ya que por primera vez se ha utilizado Micromineral SiO 400 (adicionante nacional) como una alternativa de uso para incrementar la resistencia del concreto de baja a mediana resistencia y mejorar su durabilidad.

5.2.2 Agregados

El agregado fino (Arena) procedente de la cantera Trapiche – Lima presenta una curva granulométrica que está dentro del Huso (C) indicados en la norma NTP 400.037, no presenta más de 45% entre dos mallas consecutivas como se muestra en el Cuadro 3.6 y su módulo de finura es de 3.06 que está comprendido entre 2.3 y 3.1, con un porcentaje de finos de 7.38% cuyos valores se muestran en el Cuadro 3.11.

El agregado grueso (Piedra) procedente de la cantera Carapongo - Huachipa cumple el huso granulométrico 5 de la NTP 400.037 como se muestra en el Gráfico 3.2 y el porcentaje de finos es de 0.97% como se muestra en el Cuadro 3.11.

El agregado global presentó la máxima compacidad con la combinación de agregado fino y agregado grueso en 45% y 55% respectivamente y la curva granulométrica está dentro del Huso TMN 1 ½ pulgadas según la NTP 400.037 como se muestra en el Gráfico 3.4.

5.2.3 Micromineral SiO 400

Micromineral SiO 400 presenta un peso específico de 2.28 g/cm³ el cual está dentro del rango de la microsílíce (2.2 – 2.5 g/cm³). Se realizó un análisis químico y éste presenta una concentración de SiO₂ del 83.81% menor al 90% para denominarse microsílíce, según el análisis no hay presencia de carbón libre en su composición y es por eso que su color característico es de color crema y no color gris como la microsílíce. El tamaño promedio de la partícula es de 1.83 µm, cuando el tamaño promedio de la partícula de la microsílíce oscila entre 0.1 – 0.20 µm. Por último, se puede mencionar que Micromineral SiO 400 es altamente amorfa irregular de tipo hojuelas (flakes) rectangulares las cuales se diferencia de la forma esférica de las partículas de la microsílíce.

5.2.4 Propiedades del concreto en estado fresco

5.2.4.1 Consistencia

En la presente investigación se buscó que el asentamiento de los diseños de mezcla para CP y CPA para las relaciones de a/c de 0.70, 0.65 y 0.60 fueran de 4 pulgadas, encontrando en estos resultados un concreto trabajable con una consistencia normal. Se resalta que para obtener un diseño de mezcla de CPA con Slump de 4 pulgadas se redujo la cantidad de agua en un determinado porcentaje debido a que se añadió el aditivo plastificante.

Por otro lado, el asentamiento para los diseños CAM5 y CAM10 salieron menores a 4 pulgadas ya que dichos diseños resultaron de añadir Micromineral SiO 400 en porcentajes de 5% y 10% a los diseños finales de CPA. Se observa también en el Gráfico 5.1 que para una misma relación a/c, el asentamiento disminuye de izquierda a derecha (CP>CPA>CAM5>CAM10). Conforme disminuye la relación a/c, disminuye el asentamiento; sin embargo todos los diseños fueron trabajables excepto para la relación a/c de 0.60, donde el asentamiento fue de 0 pulgadas y hubieron ciertas dificultades como se muestra en el Cuadro 5.1. Estos resultados nos demuestran que el Micromineral SiO 400 absorbe mucha agua quitándole trabajabilidad al concreto.

5.2.4.2 Fluides

En el Gráfico 5.2 se observa que la Fluides para una misma relación de a/c, disminuye de izquierda a derecha (CP>CPA>CAM5>CAM10). También se observa que a medida que disminuye la relación a/c, la Fluides disminuye, es decir, varían directamente estos dos parámetros. Con estos resultados podemos decir que dos diseños de mezcla pueden tener el mismo Asentamiento pero no la misma Fluides.

5.2.4.3 Peso Unitario

El peso unitario de los concretos con Micromineral SiO 400 para las relaciones a/c de 0.70, 0.65 y 0.60 son menores que los concretos patrones y concretos con aditivos. Los valores del peso unitario de los 12 diseños de mezcla están comprendidos entre 2355 y 2485 kg/m³ donde se les clasifica como concretos de peso normal (1700 - 2500 kg/m³).

5.2.4.4 Contenido de aire

Los diseños de mezcla investigados en la presente tesis presentan contenidos de aire de 0.50% a 1.75% lo que concuerda en promedio que para un TMN de 1" se tiene un Contenido de aire de 1.50% según ACI 211. Los valores del contenido de aire se muestran en el Gráfico 5.4 y también se puede observar que para una misma relación a/c el contenido de aire se incrementa de izquierda a derecha (CP<CPA<CAM5<CAM10) y para diferentes relaciones de a/c conforme disminuye la relación a/c, aumenta el contenido de aire.

5.2.4.5 Tiempo de fragua

El tiempo de fragua inicial y final para una misma relación a/c disminuyen de izquierda a derecha (CP>CPA>CAM5>CAM10) y para diferentes relaciones de a/c, conforme disminuye la relación a/c, disminuye el tiempo de fragua inicial y final, debido a que se incrementa la cantidad de material cementante (cemento más micromineral SiO 400) y éste absorbe la cantidad de agua presente en la mezcla patrón. Los valores de tiempo de fragua se muestran en el Gráfico 5.5.

5.2.4.6 Exudación

En el Gráfico 5.9 se observa que la exudación disminuye de izquierda a derecha para una misma relación de a/c (CP>CPA>CAM5>CAM10), y también disminuye conforme disminuye la relación a/c. La explicación a esto es que se incrementa la cantidad de finos (añadiendo Micromineral SiO 400 y cemento), por lo que este material retiene el agua y por ende la exudación será menor comparado al concreto patrón.

5.2.5 Propiedades del concreto en estado endurecido

5.2.5.1 Resistencia a la compresión

En el gráfico 5.10 y 5.11 se observa que para la relación a/c de 0.70, en CP la resistencia a la compresión a los 7 días es de 142 kg/cm² (82%) lo que confirma que la resistencia teórica a esa edad es aproximadamente el 75%, a los 28 días es de 173 kg/cm² (100%), y a los 56 días es de 182 kg/cm² (105%) donde el incremento es mínimo a partir de los 28 días en un concreto convencional (concreto patrón). El comportamiento en CPA es similar al CP con incremento en la resistencia hasta los 28 días es 226 kg/cm² (131%), y posteriormente el incremento hasta los 56 días es mínimo 234 kg/cm² (5%). Los resultados para

CAM5 se incrementan desde edades de 1 día con resistencia de 70 kg/cm² (41%), llegando a los 7 días con 175 kg/cm² (101% de CP), a los 28 días con 246 kg/cm² (142%) y a los 56 días se sigue incrementando hasta 283 kg/cm² (164%). Para CAM10 de la misma forma se incrementa desde 1 día con 77 kg/cm² (45%), llegando a los 7 días con 233 kg/cm² (135%) sobrepasando el 100% del concreto patrón, a los 28 días se sigue incrementando hasta 295 kg/cm² (171%) y finalmente hasta llegar a los 56 días con 328 kg/cm² (190%) obteniendo un incremento máximo de resistencia de 155 kg/cm² (90%) lo que representan un incremento en porcentaje respecto el concreto patrón a los 28 días.

En el gráfico 5.12 y 5.13 se observa que para la relación a/c de 0.65, el CP llega a una resistencia de 230 kg/cm² (100%) a los 28 días, en CPA es similar a la relación a/c anterior, se incrementa en 14% a los 28 días y a los 56 días el incremento es casi nulo (1%). Para CAM5 se observa que a los 7 días llega a 211 kg/cm² (92%), los 28 días llega a 275 kg/cm² (120%) y a los 56 días con 331 kg/cm² (144%). Para CAM10 se observa que el incremento es positivo respecto a CAM5 hasta los 28 días, sin embargo, a los 56 días llega a una resistencia máxima de 339 kg/cm² (147%) similar a CAM5 con 331 kg/cm² (144%) que resultarían técnicamente similares.

En el gráfico 5.14 y 5.15 se observa que para la relación a/c de 0.60, el CP llega a una resistencia de 247 kg/cm² (100%) a los 28 días, en CPA es similar a la relación a/c anterior, se incrementa en 24% a los 28 días y a los 56 días el incremento es nulo (0%). Para CAM5 se observa que a los 7 días llega a 262 kg/cm² y CAM10 con 268 kg/cm² con resultados similares donde empieza una tendencia que para futuras edades el CAM5 generará mayores resistencias que CAM10. A la edad de 28 y 56 días CAM5 resulta más económico que CAM10 debido a que presenta mayores resistencias con menos material utilizado (370 y 376 kg/cm² > 313 y 354 kg/cm² Respectivamente), sin embargo, resultarían técnicamente similares. Para esta relación a/c se obtuvo un incremento máximo de resistencia hasta 376 kg/cm² (152%) con CAM5.

5.2.5.2 Resistencia a la Tracción por compresión diametral

En el Gráfico 5.16 se observa que la resistencia a la tracción por compresión diametral para una misma relación a/c se incrementa de izquierda a derecha (CP<CPA<CAM5<CAM10), y conforme disminuye la relación a/c, se incrementa la resistencia a la tracción por compresión diametral, es decir, dicho incremento

se debe al añadir Micromineral SiO 400 y cemento (material cementante). Los incrementos son: Para la relación a/c de 0.70 el incremento de resistencia a la tracción de CPA es de 0%, CAM5 y CAM10 es de 5 kg/cm² (18%) respecto a CP. Para la relación a/c de 0.65, CPA disminuye en 1 kg/cm² (-4%), el incremento de resistencia a la tracción de CAM5 es 3 kg/cm² (11%) y de CAM10 es 7 kg/cm² (28%) respecto a CP. Para la relación a/c de 0.60 el incremento para CPA es de 2 kg/cm² (7%) y en promedio para CAM5 y CAM10 fue de 10 kg/cm² (38%) respecto a CP.

5.2.5.3 Módulo Elástico

En el Gráfico 5.17 se observa que el módulo de elasticidad aumenta de izquierda a derecha a medida que se disminuye la relación a/c (a medida que aumenta la resistencia a la compresión). Para las 3 relaciones a/c se observa que el módulo de elasticidad es mayor en CPA que el CP, CAM5 y CAM10. Las variaciones del módulo de elasticidad respecto al CP para las relaciones a/c de 0.70, 0.65 y 0.60 en el caso de CPA se incrementan en 1.4%, 0.5% y 4.4% respectivamente, en el caso de CAM5 disminuyen en 0.7%, 2.4% y aumenta en 0.8% respectivamente y en el caso de CAM10 disminuyen en 2.3%, 1% y aumenta en 1.4% respectivamente. Estos resultados son alentadores para el CPA mas no para CAM5 y CAM10, ya que las variaciones respecto al CP son ínfimas. Estructuralmente un módulo elástico elevado significa que para un mismo nivel de cargas la deformación es menor en aquel que posee mayor módulo elástico. En este caso, no hay incrementos considerables en cuanto al módulo de elasticidad.

5.3 ANÁLISIS DE COSTOS

El análisis de costos para los cuatro diseños de mezcla: Concreto patrón, concreto más aditivo y concreto con aditivo más micromineral SiO₄₀₀ al 5% y 10%, se realizó para 1 m³ de concreto y considerando las siguientes componentes:

- Agregado grueso de la cantera “Carapongo – Huachipa”
- Agregado fino de la cantera “Trapiche – Lima”
- Cemento Sol Tipo I en bolsas de 42.5 kg.
- Aditivo plastificante Chema Plast en galones.
- Micromineral SiO₄₀₀ en bolsas de 20 kg.

El análisis de costos para los diseños de mezcla para 1 m³ de concreto, se realizó teniendo en cuenta el costo de los insumos sin IG.V.

Cuadro 5.12: Costo de 1m3 de CP, a/c:0.70

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	8.40	18.45	155.04
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.44
Arena	M3	0.28	41.00	11.47
Piedra chancada Huso 5	M3	0.34	49.20	16.82
TOTAL (S/.)				184.77

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.13: Costo de 1m3 de CPA, a/c:0.70

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	8.40	18.45	155.04
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.44
Arena	M3	0.28	41.00	11.45
Piedra chancada Huso 5	M3	0.34	49.20	16.79
Aditivo	GAL	0.27	30.34	8.34
TOTAL (S/.)				193.06

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.14: Costo de 1m3 de CAM5, a/c:0.70

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	8.40	18.45	155.04
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.44
Arena	M3	0.28	41.00	11.31
Piedra chancada Huso 5	M3	0.34	49.20	16.58
Aditivo	GAL	0.27	30.34	8.34
Micromineral SiO 400	BLS	0.89	32.80	29.29
TOTAL (S/.)				221.99

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.15: Costo de 1m3 de CAM10, a/c:0.70

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	8.40	18.45	155.04
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.44
Arena	M3	0.27	41.00	11.16
Piedra chancada Huso 5	M3	0.33	49.20	16.37
Aditivo	GAL	0.27	30.34	8.34
Micromineral SiO 400	BLS	1.79	32.80	58.56
TOTAL (S/.)				250.91

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.16: Costo de 1m3 de CP, a/c:0.65

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	9.13	18.45	168.52
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.45
Arena	M3	0.27	41.00	11.24
Piedra chancada Huso 5	M3	0.34	49.20	16.49
TOTAL (S/.)				197.70

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.17: Costo de 1m3 de CPA, a/c:0.65

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	9.13	18.45	168.52
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.45
Arena	M3	0.27	41.00	11.22
Piedra chancada Huso 5	M3	0.33	49.20	16.46
Aditivo	GAL	0.30	30.34	9.07
TOTAL (S/.)				206.72

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.18: Costo de 1m³ de CAM5, a/c:0.65

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	9.13	18.45	168.52
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.45
Arena	M3	0.27	41.00	11.07
Piedra chancada Huso 5	M3	0.33	49.20	16.23
Aditivo	GAL	0.30	30.34	9.07
Micromineral SiO 400	BLS	0.97	32.80	31.83
TOTAL (S/.)				238.17

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.19: Costo de 1m³ de CAM10, a/c:0.65

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	9.13	18.45	168.52
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.45
Arena	M3	0.27	41.00	10.91
Piedra chancada Huso 5	M3	0.33	49.20	16.00
Aditivo	GAL	0.30	30.34	9.07
Micromineral SiO 400	BLS	1.94	32.80	63.66
TOTAL (S/.)				269.61

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.20: Costo de 1m³ de CP, a/c:0.60

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	9.85	18.45	181.81
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.44
Arena	M3	0.27	41.00	11.08
Piedra chancada Huso 5	M3	0.33	49.20	16.26
TOTAL (S/.)				210.59

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.21: Costo de 1m³ de CPA, a/c:0.60

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	9.85	18.45	181.81
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.44
Arena	M3	0.27	41.00	11.06
Piedra chancada Huso 5	M3	0.33	49.20	16.22
Aditivo	GAL	0.32	30.34	9.81
TOTAL (S/.)				220.35

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.22: Costo de 1m³ de CAM5, a/c:0.60

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	9.801 5	18.45	181.81
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.44
Arena	M3	0.27	41.00	10.89
Piedra chancada Huso 5	M3	0.32	49.20	15.98
Aditivo	GAL	0.32	30.34	9.81
Micromineral SiO 400	BLS	1.05	32.80	34.34
TOTAL (S/.)				254.27

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.23: Costo de 1m³ de CAM10, a/c:0.60

Material	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Parcial (S/.)
Cemento	BLS	9.85	18.45	181.81
Agua Potable	M3	0.25	5.75	1.44
Arena	M3	0.26	41.00	10.72
Piedra chancada Huso 5	M3	0.32	49.20	15.73
Aditivo	GAL	0.32	30.34	9.81
Micromineral SiO 400	BLS	2.09	32.80	68.68
TOTAL (S/.)				288.19

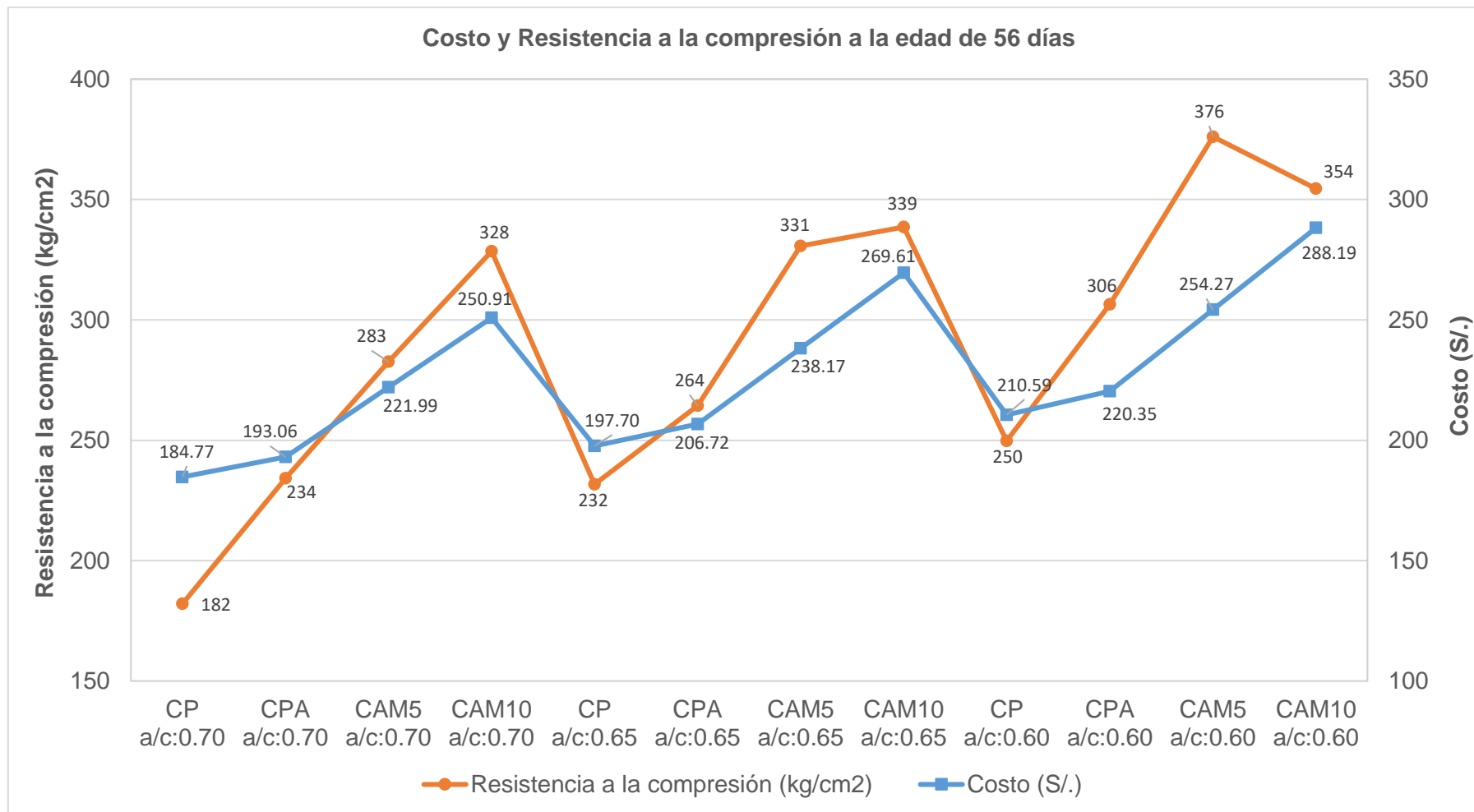
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.24: Comparación de costos de concreto para 1m3

Relación a/c	Mezcla	Costo (S/.)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²) (Edad 56 días)	Resistencia /Costo (kg/cm ²)/(S/.)
0.70	CP	184.77	182	0.99
	CPA	193.06	234	1.21
	CAM5	221.99	283	1.27
	CAM10	250.91	328	1.31
0.65	CP	197.70	232	1.17
	CPA	206.72	264	1.28
	CAM5	238.17	331	1.39
	CAM10	269.61	339	1.26
0.60	CP	210.59	250	1.19
	CPA	220.35	306	1.39
	CAM5	254.27	376	1.48
	CAM10	288.19	354	1.23

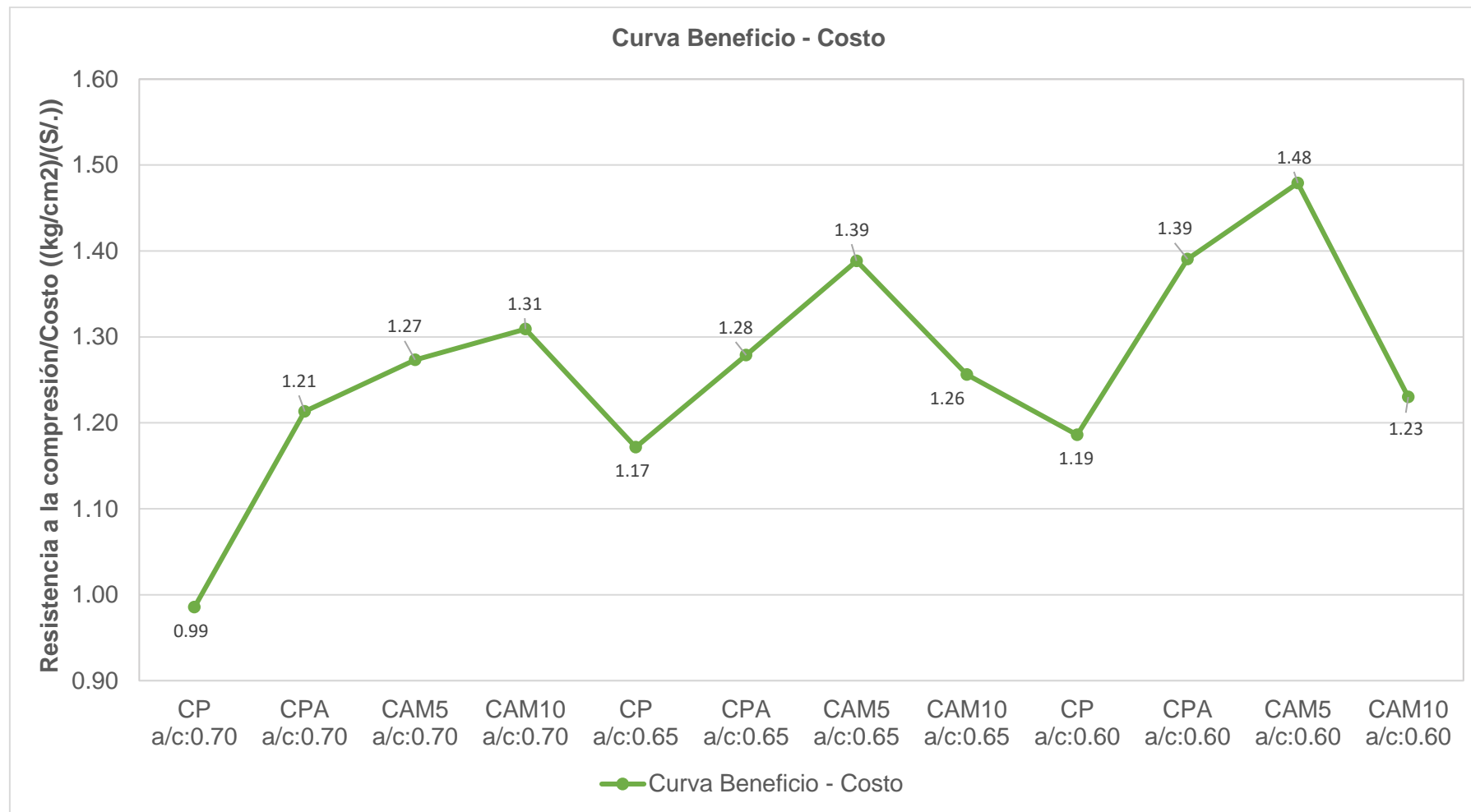
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.18: Costo y Resistencia a la compresión a la edad de 56 días



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5.19: Curva Beneficio – Costo obtenido



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Para obtener un concreto con máximo Peso Unitario Compactado y máxima Resistencia a la compresión utilizando arena gruesa de la cantera de Trapiche y piedra chancada de 1" de la cantera de Carapongo, se tiene que preparar el concreto con una combinación de Arena/Piedra de 45%/55% para las relaciones de agua/cemento de 0.70, 0.65 y 0.60 para obtener asentamientos de 3 a 4 pulgadas denominado Concreto patrón (CP), a tales diseños se les añadió un aditivo plastificante Chema plast en cantidad de 0.35% del peso de cemento y se redujo la cantidad en un porcentaje para obtener un asentamiento de 3 a 4 pulgadas, a dicha combinación se le denominó Concreto Patrón con Aditivo (CPA), finalmente a estos últimos diseños se les adicionó Micromineral SiO 400 en cantidades del 5% del peso del cemento denominado Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10% del peso del cemento denominado Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 10% (CAM10). Con dicho análisis se concluye lo siguiente:

- 1) El tamaño de las partículas de Micromineral SiO 400 es 10 veces más pequeña que el cemento y 10 veces más grande que la microsílíce.
- 2) Al añadir Micromineral SiO 400 al concreto convencional compuesto por agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y aditivo plastificante, se incrementa la resistencia a la compresión del concreto.
- 3) Para las propiedades en estado fresco del Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10% de peso de cemento (CAM10) y Concreto patrón con Aditivo (CPA), se concluye lo siguiente:
 - Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10 % (CAM10) producen en el concreto una reducción del Asentamiento y Concreto patrón con Aditivo (CPA) produce en el concreto un incremento del Asentamiento.

- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.70 reduce en 50% para CAM5 y 66% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.65 reduce en 59% para CAM5 y 81% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.60 reduce en 80% para CAM5 y 100% para CAM10 respecto al concreto patrón.
- Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10 % (CAM10) producen en el concreto una reducción de la Fluidéz y Concreto patrón con Aditivo (CPA) produce en el concreto una reducción de la Fluidéz.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.70 reduce en 1% para CPA, 40% para CAM5 y 35% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.65 reduce en 11% para CPA, 44% para CAM5 y 54% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.60 reduce en 30% para CPA, 59% para CAM5 y 62% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10 % (CAM10) producen en el concreto una reducción del Peso Unitario Compactado y Concreto patrón con Aditivo (CPA) produce en el concreto una reducción e incremento del Peso Unitario Compactado.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.70 reduce en 1.30% para CPA, 1.34% para CAM5 y 3.25% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.65 incrementa en 1.51% para CPA, reduce en 0.78% para CAM5 y 3.80% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.60 incrementa en 0.04% para CPA, reduce en 1.56% para CAM5 y 3.32% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10 % (CAM10) producen en el concreto un incremento del Contenido de aire

y Concreto patrón con Aditivo (CPA) produce en el concreto un incremento del Contenido de aire.

- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.70 incrementa en 170% para CPA, 190% para CAM5 y 180% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.65 incrementa en 33% para CPA, 73% para CAM5 y 120% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.60 incrementa en 77% para CPA, 82% para CAM5 y 106% para CAM10 respecto al concreto patrón.
- Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10% (CAM10) producen en el concreto una reducción del Tiempo de Fragua inicial, final y Concreto patrón con Aditivo (CPA) produce en el concreto una reducción del Tiempo de Fragua inicial y final.

Para el Tiempo de Fragua inicial:

- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.70 reduce en 0.1% para CPA, 14% para CAM5 y 10% para CAM10 respecto al concreto patrón.
- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.65 reduce en 10% para CPA, 17% para CAM5 y 26% para CAM10 respecto al concreto patrón.
- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.60 reduce en 12% para CPA, 19% para CAM5 y 24% para CAM10 respecto al concreto patrón.

Para el Tiempo de Fragua final:

- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.70 reduce en 1% para CPA, 10% para CAM5 y 8% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.65 reduce en 8% para CPA, 11% para CAM5 y 19% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.60 reduce en 9% para CPA, 16% para CAM5 y 19% para CAM10 respecto al concreto patrón.
- Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10% (CAM10) producen en el concreto una reducción de la Exudación y Concreto patrón con Aditivo (CPA) produce en el concreto una reducción de la Exudación.

- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.70 reduce en 39% para CPA, 40% para CAM5 y 54% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.65 reduce en 26% para CPA, 27% para CAM5 y 45% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.60 reduce en 24% para CPA, 34% para CAM5 y 30% para CAM10 respecto al concreto patrón.
- 4) Para las propiedades en estado endurecido del Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10% de peso de cemento (CAM10) y Concreto patrón con Aditivo (CPA), se concluye lo siguiente:
- Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10 % (CAM10) producen en el concreto un incremento de la Resistencia a la Compresión desde edades tempranas (1 día) hasta edades tardías (56 días) y Concreto patrón con Aditivo (CPA) produce en el concreto un incremento de la Resistencia a la Compresión desde edades tempranas (1 día) hasta edades tardías (28 días).
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.70:
 - Para la edad de 1 día de curado
El Concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 18% del valor de la resistencia del Concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 38%, para CAM5 a 41% y para CAM10 a 45%.

 - Para la edad de 7 días de curado
El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 82% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 96%, para CAM5 a 101% y para CAM10 a 135%.

 - Para la edad de 28 días de curado
El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 100% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el

100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 131%, para CAM5 a 142% y para CAM10 a 171%.

Para la edad de 56 días de curado

El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 105% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 136%, para CAM5 a 164% y para CAM10 a 190%.

- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.65:

Para la edad de 1 día de curado

El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 16% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 32%, para CAM5 a 33% y para CAM10 a 35%.

Para la edad de 7 días de curado

El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 66% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 74%, para CAM5 a 92% y para CAM10 a 104%.

Para la edad de 28 días de curado

El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 100% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 114%, para CAM5 a 120% y para CAM10 a 134%.

Para la edad de 56 días de curado

El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 101% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 115%, para CAM5 a 144% y para CAM10 a 147%.

- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.60:

Para la edad de 1 día de curado

El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 25% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 32%, para CAM5 a 40% y para CAM10 a 50%.

Para la edad de 7 días de curado

El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 68% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 88%, para CAM5 a 106% y para CAM10 a 109%.

Para la edad de 28 días de curado

El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 100% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 124%, para CAM5 a 150% y para CAM10 a 127%.

Para la edad de 56 días de curado

El concreto patrón (CP) alcanza una resistencia del 101% del valor de la resistencia del concreto patrón a los 28 días que representa el 100%. Para CPA se incrementa la resistencia a 124%, para CAM5 a 152% y para CAM10 a 143%.

- Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10% (CAM10) producen en el concreto un incremento de la Resistencia a la Tracción para una edad de curado de 28 días. Concreto patrón con Aditivo (CPA) produce en el concreto un incremento de la Resistencia a la Tracción para una edad de curado de 28 días.
- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.70 incrementa en 0% para CPA, 19% para CAM5 y 17% para CAM10 respecto al concreto patrón.

- ✓ Para la relación agua/cemento de 0.65 se reduce en 4% para CPA, se incrementa en 11% para CAM5 y 29% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.60 se incrementa en 8% para CPA, 39% para CAM5 y 37% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) y 10 % (CAM10) producen en el concreto una reducción del Módulo de Elasticidad Estático para una edad de curado de 56 días, y Concreto patrón con Aditivo (CPA) produce en el concreto un incremento del Módulo de Elasticidad Estático para una edad de curado de 56 días.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.70 se incrementa en 1.4% para CPA, se reduce en 0.66% para CAM5 y 2.29% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.65 se incrementa en 0.54% para CPA, se reduce en 2.34% para CAM5 y 0.99% para CAM10 respecto al concreto patrón.
 - ✓ Para la relación agua/cemento de 0.60 se incrementa en 4.38% para CPA, 0.78% para CAM5 y 1.41% para CAM10 respecto al concreto patrón.
- 5) En relación al Beneficio – Costo, el Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 5% (CAM5) adquiere una mayor resistencia por unidad monetaria que el Concreto patrón con Aditivo más Micromineral SiO 400 al 10% (CAM10), es decir, se obtiene una mayor resistencia a la compresión con menor cantidad de Micromineral SiO 400 (solo utilizando el 5% del Micromineral SiO400 mas no el 10%).

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda que para manipular Micromineral SiO 400 es obligatorio el uso de mascarilla antipolvos finos, guantes y lentes protectores.
- 2) Se recomienda que, para tener resultados más precisos en cuanto a los diseños de mezcla de concreto en el laboratorio. Tener controlada la temperatura del ambiente y tomar 3 muestras de agregado fino y 3 muestras de agregado grueso para calcular el contenido de humedad horas antes de realizar la mezcla.
- 3) Se recomienda realizar los ensayos del concreto en estado fresco para una relación de a/c, todas en un mismo día, ya que la temperatura del ambiente y el contenido de humedad hace que varíen la tendencia de los resultados.
- 4) Se recomienda realizar los ensayos de Resistencia a la compresión en una misma prensa ya que al cambiar, cambian los resultados y se tiene que multiplicar un factor de correlación (factor no necesariamente correcto).
- 5) Se recomienda dar un buen acabado superficial a las probetas para que al momento de colocar el neopreno y sean ensayadas en la prensa, la carga se transmita uniformemente en toda la sección.
- 6) Se recomienda elaborar un mínimo de 10 probetas por edad para el ensayo de Resistencia a la compresión para poder reducir las dispersiones y obtener una mayor concentración de resultados, y éste sea confiable.
- 7) Se recomienda realizar investigaciones con la misma concentración de Micromineral SiO 400 para la edad de 90 días y 120 días o cambiar el tipo de cemento portland ya sea II, V o IP, empleando aditivo superplastificante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo Villacorta Lucio, "Influencia de la microsilíce en el concreto". Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2001).
- Burgos Pauro Edwin Galvan, "Variación del Módulo de Finura del Agregado Fino de 3.0 a 3.6 en Concretos de Mediana a Baja Resistencia", Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2012).
- Cachay Huaman Rafael, "Diseño de Mezclas - Método de Agregado Global y Módulo de Finura, para concreto de mediana a alta resistencia", Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (1995).
- Gomero Cervantes Berta Wendy, "Aditivos y adiciones minerales para el concreto", Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2006).
- Huincho Salvatierra Edher, "Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, microsilíce y nanosilíce con cemento portland tipo I". Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2011).
- Jimenez Gomez Ruben Dante, "Efectos de la incorporación del aditivo superfluidificante sobre las propiedades del concreto utilizando el cemento portland tipo I" Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2000).
- Morales Alfaro Mary Patricia, "Investigación del concreto de alta resistencia: Metodología de obtención y determinación de las propiedades de los concretos de 550 -1200 kg/cm²". Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2000).
- Palomino Badillo Miguel Armando, "Estudio del concreto con cemento portland tipo IP y aditivo superplastificante". Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2017).

- Rivva López Enrique, “Naturaleza y materiales del concreto”, ACI Capítulo peruano, Lima, Perú (2000).
- Sika Perú - HOJA TÉCNICA Adición mineral - Microsílice Sika ® Fume, Edición 7, Perú (2014).
- Sika Perú - HOJA TÉCNICA Plastificante Sika ® Cem, Edición 3, Perú (2014).
- Tacusi Huancachoque Miliciano, “Estudio del concreto con aditivo impermeabilizante y cemento portland tipo I”, Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2016).
- Tarazona Tinoco Jaime César, “Estudio del comportamiento del concreto de mediana a baja resistencia, con la incorporación de fibras de acero y cemento portland tipo I Andino”, Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2001).
- Tejada Silva Marco Antonio, “Influencia de la microsílice y el aditivo superplastificante en el concreto de alta resistencia”. Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2016).
- Torre Carrillo Ana Victoria, “Curso básico de tecnología del concreto para ingenieros civiles”, Lima, Perú (2004)
- UNACEM Construyendo oportunidades., “Productos: Cemento Portland tipo I (Cemento Sol)”, Lima, Perú (2005).
- Vilca Aranda Patricia Amarilis, “Obtención del concreto de alta resistencia”. Tesis de Título profesional, FIC, UNI, Lima, Perú (2008).

ANEXO A

- **INFORME DE ANÁLISIS
MICROMINERAL SIO 400**
- **AGREGADO FINO**
- **AGREGADO GRUESO**
- **AGREGADO GLOBAL**

INFORME DE ANALISIS MICROMINERAL SIO 400

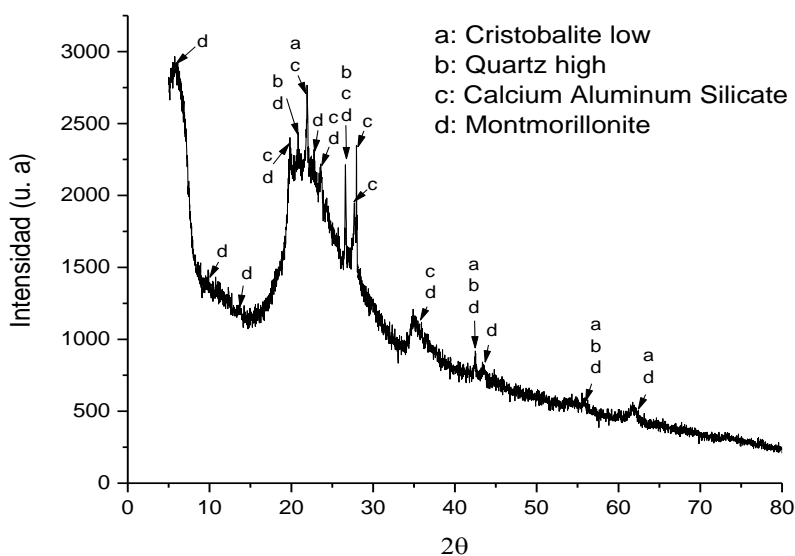
El siguiente documento corresponde al informe de los ensayos realizados a la muestra de diatomea en polvo (Micromineral SiO 400). El lugar donde se realizaron los ensayos fueron en los Laboratorio de Películas delgadas de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Difracción de Rayos X

Condiciones de la medida

Nombre de la muestra:	diatomea01
Documento origen:	diatomea01.raw
Equipo:	Bruker ADVANCE D8
Posición de inicio (2θ):	5.0000
Posición final (2θ):	79.9930
Tiempo de paso (s):	1.0000
Fuente de RX	Cu
K-Alpha1 [\AA]	1.54060
K-Alpha2 [\AA]	1.54443
K-Beta [\AA]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Potencia de la Fuente:	30 mA, 40 kV
Tipo de difracción:	Theta/Theta

Observación: en el difractograma se observa que la muestra es altamente amorfa. por la desviación de la línea base entre 15 y 30 grados 2θ .



Lista de picos: ()

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM Left [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
10(22)	22(85)	0(4)	8.88195	3.56
10(22)	11(85)	0(4)	8.88195	1.78
15(6)	23(79)	0(5)	5.87143	3.64
15(6)	11(79)	0(5)	5.87143	1.82
19.80(1)	199(20)	0.35(4)	4.47999	32.24
19.85(1)	100(20)	0.35(4)	4.47999	16.12
20.831(7)	181(52)	0.05(2)	4.26079	29.28
20.884(7)	90(52)	0.05(2)	4.26079	14.64
21.920(5)	391(91)	0.13(3)	4.05157	63.23
21.975(5)	195(91)	0.13(3)	4.05157	31.62
22.9(1)	141(331)	1(2)	3.88846	22.78
22.9(1)	70(331)	1(2)	3.88846	11.39
23.59(2)	161(111)	0.3(1)	3.76846	26.05
23.65(2)	80(111)	0.3(1)	3.76846	13.02
26.609(2)	539(41)	0.092(9)	3.34733	87.19
26.676(2)	269(41)	0.092(9)	3.34733	43.59
27.70(1)	282(28)	0.35(4)	3.21813	45.72
27.77(1)	141(28)	0.35(4)	3.21813	22.86
27.962(2)	618(35)	0.060(5)	3.18831	100.00
28.033(2)	309(35)	0.060(5)	3.18831	50.00
35.25(5)	147(15)	1.7(1)	2.54414	23.83
35.34(5)	74(15)	1.7(1)	2.54414	11.91
42.45(1)	92(14)	0.21(5)	2.12792	14.84
42.56(1)	46(14)	0.21(5)	2.12792	7.42
43.44(2)	62(12)	0.27(9)	2.08139	10.10
43.56(2)	31(12)	0.27(9)	2.08139	5.05
55.70(4)	46(11)	0.5(2)	1.64896	7.45
55.85(4)	23(11)	0.5(2)	1.64896	3.72
61.74(3)	60(6)	1.09(7)	1.50122	9.78
61.91(3)	30(6)	1.09(7)	1.50121	4.89

Patron de candidatos: ()

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	98-005-2371	19	Cristobalite low	0.000	0.623	O2 Si1
*	98-004-2498	21	Quartz high	0.000	0.545	O2 Si1
*	00-046-0744	24	Calcium Aluminum Silicate	0.000	0.372	Al3 Ca0.5 Si3 O11
*	98-016-1171	12	Montmorillonite	0.000	0.543	H1 Al2 Ca0.5 O12 Si4

Histograma de distribución de tamaño de partículas.

Condiciones de la medida

Para la estadística de tamaño de partícula se usó:

Microfotografía SEM: muestra diatomita_0429.TIFF

Aumento: x2.00K

Distancia de trabajo 8.1 mm

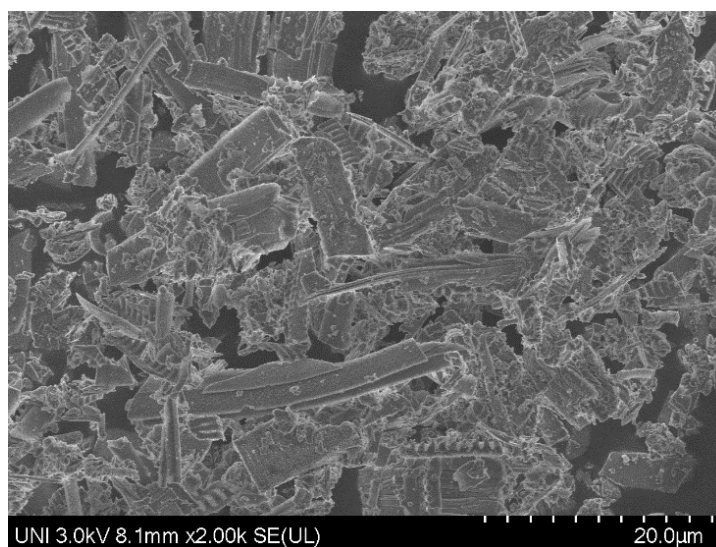
Detector: de Electrones secundarios

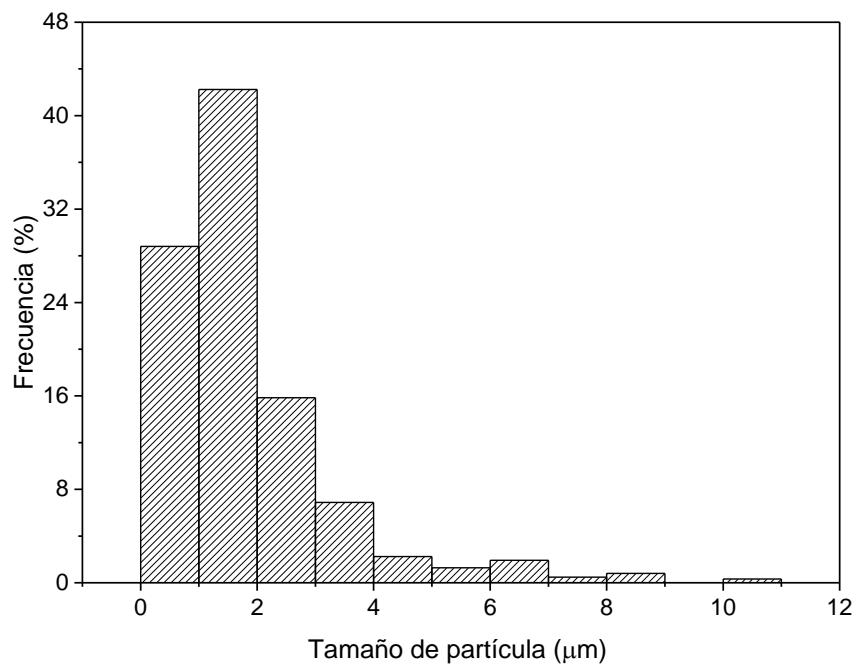
Equipo: FESEM HITACHI SU8300

Método: área proyectada, supuesto grano cuadrado.

Morfología: forma irregular de tipo hojuelas (flakes) rectangulares.

Observación: se encerró el área proyectada en un polígono aproximado.





Histograma de distribución de tamaño de partículas.

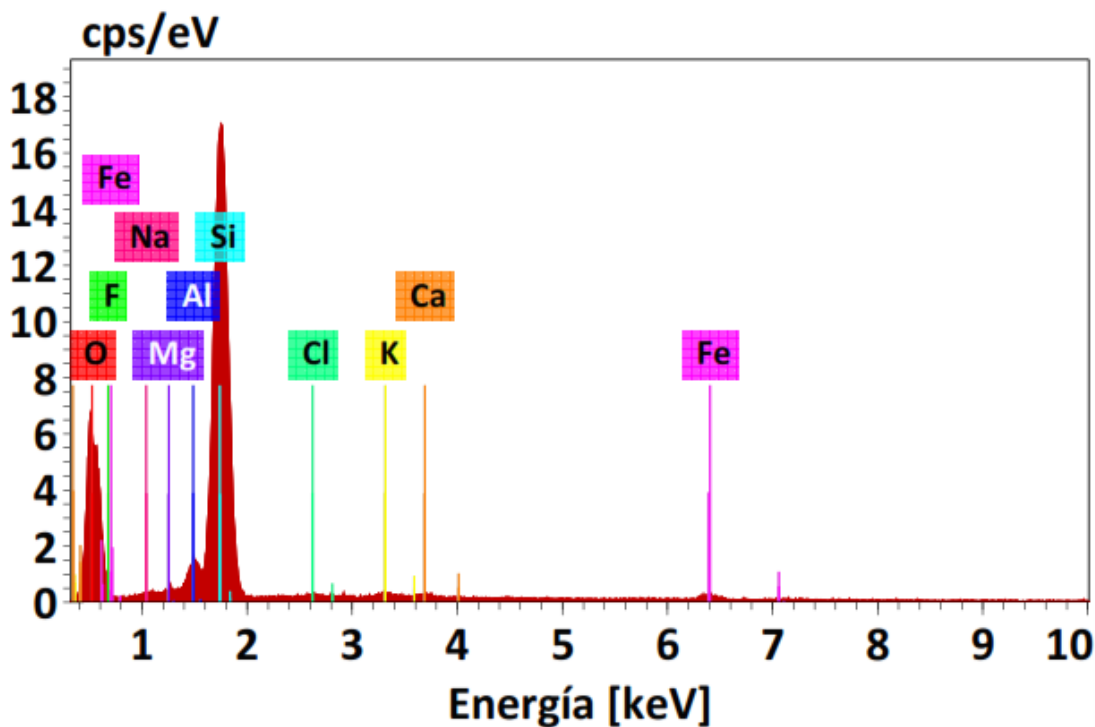
N total (unid.)	630
Promedio (µm)	1.83
Desv. Std. (µm)	1.49
Mínimo (µm)	0.04
Media (µm)	1.40
Máximo (µm)	10.93

Análisis Químico EDS

Condiciones de la medida.

Nombre de la muestra: diatomea01
 Documento origen: muestra1.pdf
 Equipo: Bruker Xflash 6/60
 Voltaje: 20K V
 Distancia de trabajo: 15mm
 Magnificación: x5000
 método: determinación de composición química en forma de óxidos.

Observación: se hizo la medida en todo el área de la región a la magnificación de 5000. se tomó tres zonas donde la muestra cubra toda la pantalla.



compuesto	Porcentaje masa	Desviación estándar
Na2O	1.10	0.06
MgO	1.15	0.04
Al2O3	6.45	0.11
SiO2	83.81	0.98
K2O	0.73	0.03
CaO	0.62	0.03
FeO	1.54	0.04
Otros	4.60	0.10

AGREGADO FINO

Procedente de la cantera: Trapiche - Lima

- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

Descripción	M1	M2	M3	Promedio	Unidad
Peso del recipiente	4.2564				kg
Volumen del recipiente (1/10 pie ³)	0.00283				m ³
Peso del material + tara sin compactar	8.7	8.7	8.7	8.70	kg
Peso del material suelto	4.444				kg
Peso del material + tara compactado	8.9	8.9	9	8.93	kg
Peso del material compactado	4.677				kg
Peso unitario suelto (PUS)	1570				kg/m ³
Peso unitario compactado (PUC)	1653				kg/m ³

- PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

Descripción	M1	M2	M3	Promedio	Unidad
Peso de la muestra S.S.S	300	300	300		g
Peso del balón seco	656.9	664.8	668.7		g
Peso S.S.S. + balón	956.9	964.8	968.7		g
Peso S.S.S. + balón + agua	845.3	853.6	858.3		g
Peso del agua	111.6	111.2	110.4		g
Peso de la tara	0	0	0		g
Peso de la tara + muestra seca	294.8	295.6	296.3		g
Peso de la muestra seca	294.8	295.6	296.3		g
Volumen de la masa	106.4	106.8	106.7		cm ³
Peso Específico (PE)	2.64	2.66	2.68	2.66	
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (PESSS)	2.69	2.70	2.72	2.70	
Absorción (Abs)	1.76%	1.49%	1.25%	1.50%	%

- CONTENIDO DE HUMEDAD

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso húmedo (g)	178.8	172.6	171.3	174.23
Peso seco (g)	174.2	168	166.7	169.63
C.H. (%)	2.64%	2.74%	2.76%	2.71%

- GRANULOMETRÍA

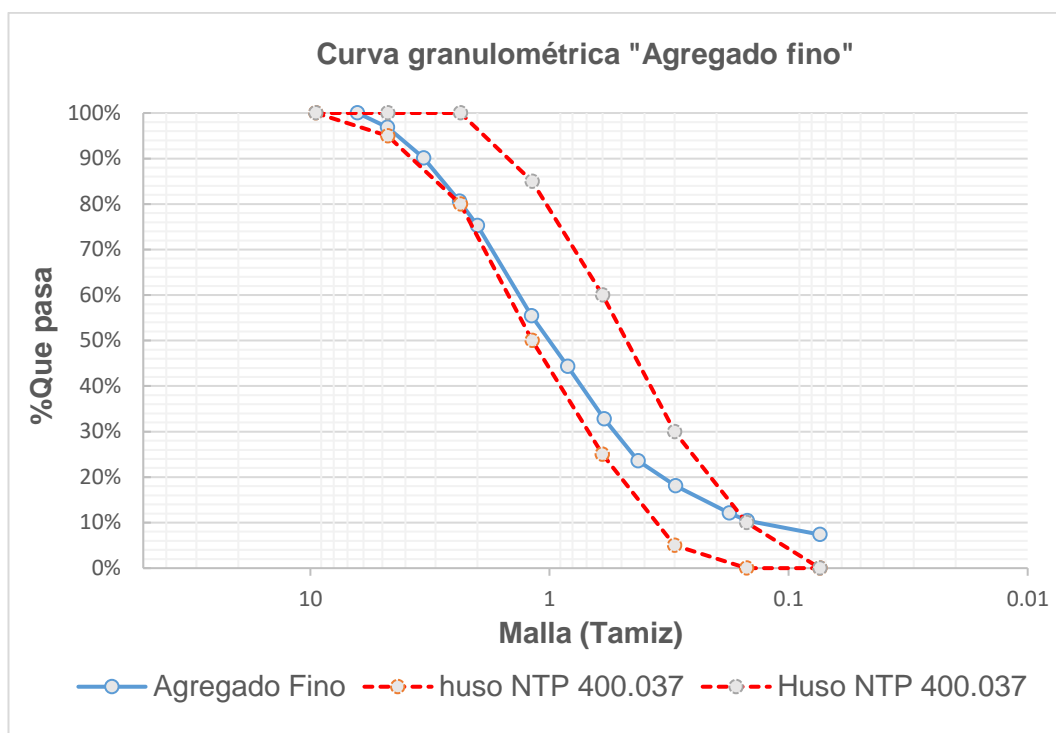
Límites granulométricos para el agregado fino (Huso NTP 400.037)

Tamiz estándar (abertura cuadrada)	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8 pulg)	100
4.75mm (N°4)	95 a 100
2.36mm (N°8)	80 a 100
1.18mm (N°16)	50 a 85
0.60mm (N°30)	25 a 60
0.30mm (N°50)	5 a 30
0.15mm (N°100)	0 a 10

Granulometría del agregado fino utilizado

Malla	mm	M1	M2	M3	Peso retenido Promedio	%Peso retenido Promedio	%Peso retenido Acumulado	%Que pasa
3/8"	9.525							100.00%
1/4"	6.35							100.00%
N° 4	4.76	16.19	16.17	16.18	16.18	3.13%	3.13%	96.87%
N° 6	3.36	38.4	39.9	26.00	34.77	6.73%	9.86%	90.14%
N° 8	2.38	52.8	47.4	47.1	49.10	9.50%	19.37%	80.63%
N° 10	2	30.7	26.4	25.9	27.67	5.36%	24.72%	75.28%
N° 16	1.19	107	102.7	98.1	102.60	19.86%	44.58%	55.42%
N° 20	0.84	56.3	57.2	58.5	57.33	11.10%	55.68%	44.32%
N° 30	0.59	56.4	59.9	62.6	59.63	11.54%	67.23%	32.77%
N° 40	0.426	44.8	48.3	49.1	47.40	9.18%	76.40%	23.60%
N° 50	0.297	26.3	28.1	30.7	28.37	5.49%	81.89%	18.11%
N° 80	0.177	28.6	30.5	34	31.03	6.01%	87.90%	12.10%
N° 100	0.149	8.1	8.8	9.5	8.80	1.70%	89.60%	10.40%
N° 200	0.074	14	14.2	18.5	15.57	3.01%	92.62%	7.38%
Fondo		37.3	36.6	40.5	38.13	7.38%	100.00%	0.00%

Curva granulométrica del agregado fino



AGREGADO GRUESO

Procedente de la cantera: Carapongo – Huachipa

- PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

Descripción	M1	M2	M3	Promedio	Unidad
Peso del recipiente	5.1077				kg
Volumen del recipiente	0.009726				m3
Peso del material + tara sin compactar	18.8	18.9	18.7	18.80	kg
Peso del material suelto	13.69				kg
Peso del material + tara compactado	19.7	19.7	19.7	19.7	kg
Peso del material compactado	14.59				kg
Peso unitario suelto (PUS)	1408				kg/m3
Peso unitario compactado (PUC)	1500				kg/m3

• PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

Descripción	M1	M2	M3	Promedio	Unidad
Peso de la muestra S.S.S	5225.2	4730.8	4948.2		g
Peso de la canastilla en el agua	0	0	0		g
Peso de la muestra S.S.S. + la canastilla en agua	5225.2	4730.8	4948.2		g
Peso de la muestra S.S.S. en agua	3263	2957.6	3092.6		g
Peso de la tara	0	0	0		g
Peso de la tara + muestra seca	5206	4714.8	4923.5		g
Peso de la muestra seca	5206	4714.8	4923.5		g
Peso Específico (PE)	2.65	2.66	2.65	2.66	g
Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (PESSS)	2.66	2.67	2.67	2.67	
Absorción (Abs)	0.37%	0.34%	0.50%	0.40%	%

• CONTENIDO DE HUMEDAD

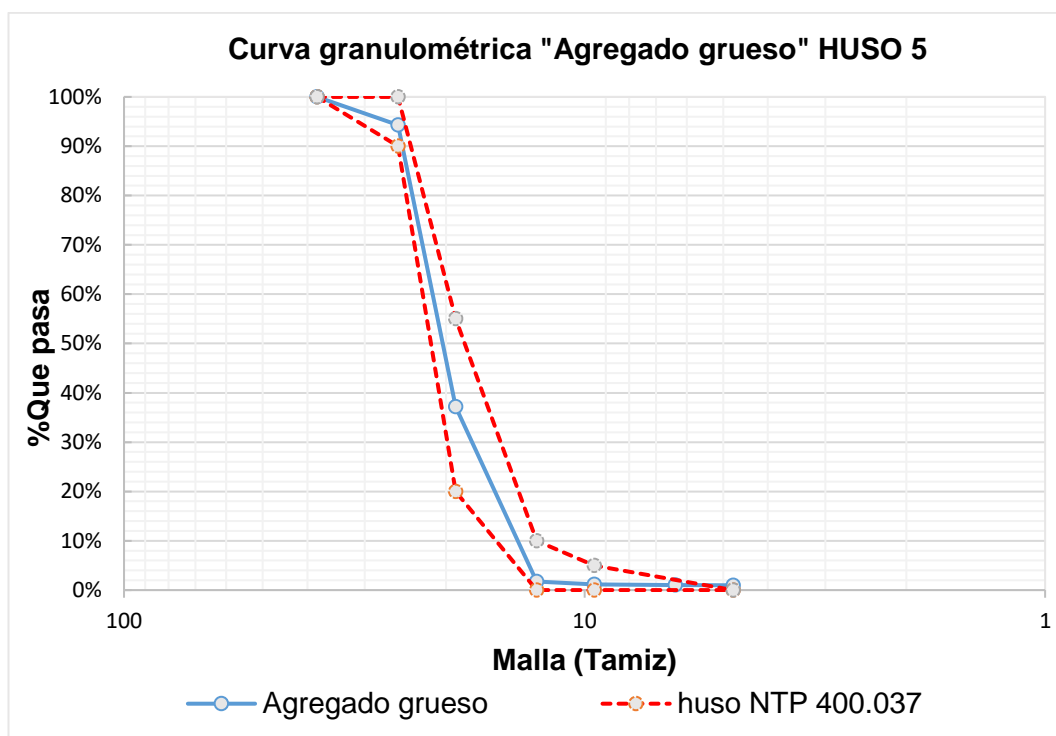
Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso húmedo (g)	187.5	183	186.7	185.73
Peso seco (g)	187	182.4	186.2	185.20
C.H. (%)	0.27%	0.33%	0.27%	0.29%

• GRANULOMETRÍA

Granulometría del agregado grueso utilizado

Malla	mm	M1	M2	M3	Peso retenido Promedio	%Peso retenido Promedio	%Peso retenido Acumulado	%Que pasa
3"	76.2							100.00%
2"	50.8							100.00%
1 1/2"	38.1							100.00%
1"	25.4	578	555.7	622	585.23	5.68%	5.68%	94.32%
3/4"	19.05	5653.5	5783	6243	5893.17	57.16%	62.83%	37.17%
1/2"	12.7	3907.1	3953.8	3092.1	3651.00	35.41%	98.24%	1.76%
3/8"	9.525	53.6	82.6	51.3	62.50	0.61%	98.85%	1.15%
1/4"	6.35	13.7	29.7	2.4	15.27	0.15%	99.00%	1.00%
N° 4	4.76	1.5	7.2	0.7	3.13	0.03%	99.03%	0.97%
Fondo		96.86	115.81	87.86	100.18	0.97%	100.00%	0.00%

Curva granulométrica del agregado grueso

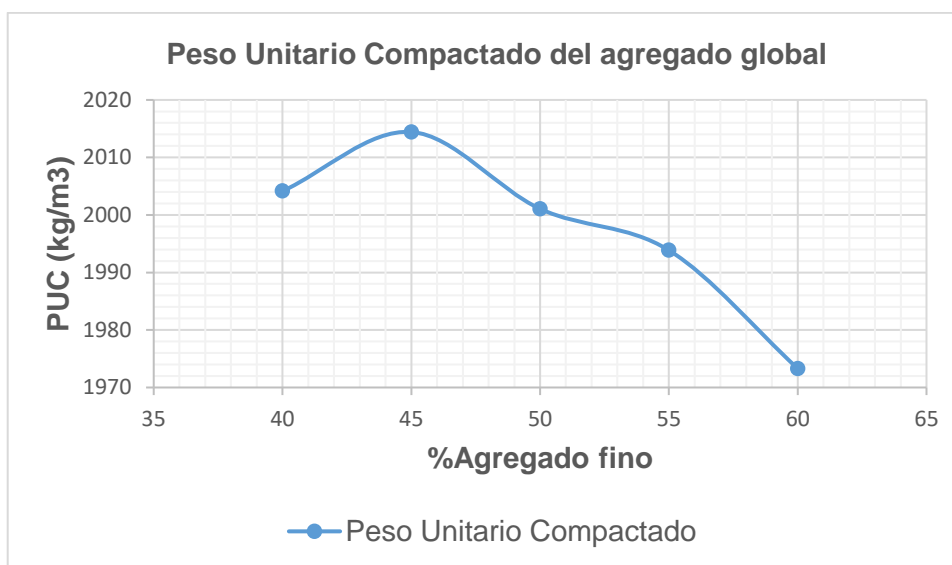


AGREGADO GLOBAL

- PESO UNITARIO COMPACTADO MÁXIMO

Agregado fino (%)	Agregado grueso (%)	P. Balde + M (kg)	Peso Balde (kg)	V. balde (m3)	PUC (Kg/m3)
40	60	24.60	5.1077	0.009726	2004
45	55	24.70	5.1077	0.009726	2014
50	50	24.57	5.1077	0.009726	2001
55	45	24.50	5.1077	0.009726	1994
60	40	24.3	5.1077	0.009726	1973

P.U.C Ensayo de máxima compactación para el agregado global

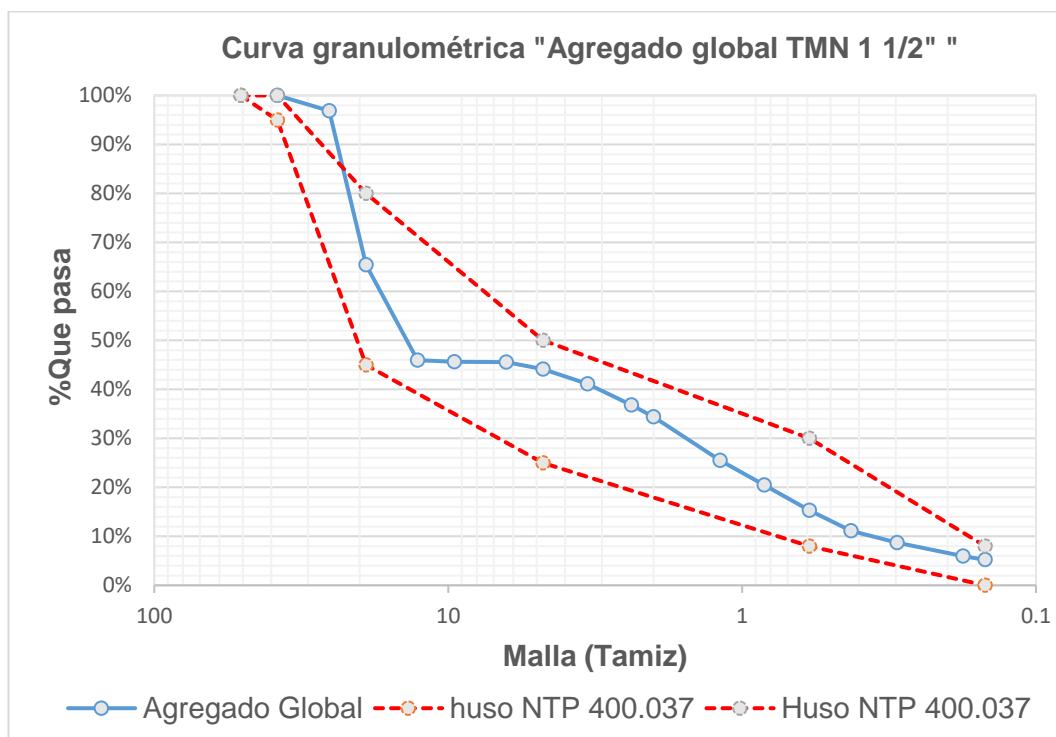


- GRANULOMETRÍA

Granulometría del agregado global con la combinación de
Arena/Piedra de 45/55

Malla	mm	%Retenido Piedra	%Retenido Arena	0.55% Piedra	0.45% Arena	% Peso retenido	%Peso retenido Acumulado	%Que pasa
3"	76.2							100.00%
2"	50.8							100.00%
1 1/2"	38.1							100.00%
1"	25.4	5.68%		3.12%		3.12%	3.12%	96.88%
3/4"	19.05	57.16%		31.44%		31.44%	34.56%	65.44%
1/2"	12.7	35.41%		19.48%		19.48%	54.03%	45.97%
3/8"	9.525	0.61%		0.33%		0.33%	54.37%	45.63%
1/4"	6.35	0.15%		0.08%		0.08%	54.45%	45.55%
N° 4	4.76	0.03%	3.13%	0.02%	1.41%	1.43%	55.88%	44.12%
N° 6	3.36		6.73%		3.03%	3.03%	58.90%	41.10%
N° 8	2.38		9.50%		4.28%	4.28%	63.18%	36.82%
N° 10	2.00		5.36%		2.41%	2.41%	65.59%	34.41%
N° 16	1.19		19.86%		8.94%	8.94%	74.53%	25.47%
N° 20	0.84		11.10%		4.99%	4.99%	79.52%	20.48%
N° 30	0.59		11.54%		5.19%	5.19%	84.72%	15.28%
N° 40	0.426		9.18%		4.13%	4.13%	88.85%	11.15%
N° 50	0.297		5.49%		2.47%	2.47%	91.32%	8.68%
N° 80	0.177		6.01%		2.70%	2.70%	94.02%	5.98%
N° 100	0.149		1.70%		0.77%	0.77%	94.79%	5.21%
N° 200	0.074		3.01%		1.36%	1.36%	96.14%	3.86%
Fondo		0.97%	7.38%	0.53%	3.32%	3.86%	100.00%	0.00%

Curva granulométrica del agregado global con la combinación de Arena/Piedra de 45/55



Resumen de las propiedades de los agregados

Descripción	Agregado Fino	Agregado Grueso	Unidad
Cantera	Trapiche Lima	Carapongo Huachipa	
Absorción	1.50	0.40	%
Peso Específico	2.66	2.66	
Peso Unitario Suelto	1570	1408	kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1653	1500	kg/m ³
Módulo de finura	3.06	7.56	
Módulo de finura (Agregado global)	5.53		
Porcentaje que pasa la malla N°200	7.38	0.97	%
Tamaño máximo	-	1 1/2	Pulgada
Tamaño máximo nominal	-	1	Pulgada

ANEXO B

- DISEÑO DEL CONCRETO PATRÓN (CP)
- DISEÑO DEL CONCRETO CON ADITIVO (CPA)
- DISEÑO DEL CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO₂ 400 (CAM5 Y CAM10)

DISEÑO DEL CONCRETO PATRÓN (CP)

Arena:

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso húmedo (g)	159.8	162.9	161.7	161.47
Peso seco (g)	157	160.1	158.9	158.67
C.H. (%)	1.78%	1.75%	1.76%	1.76%

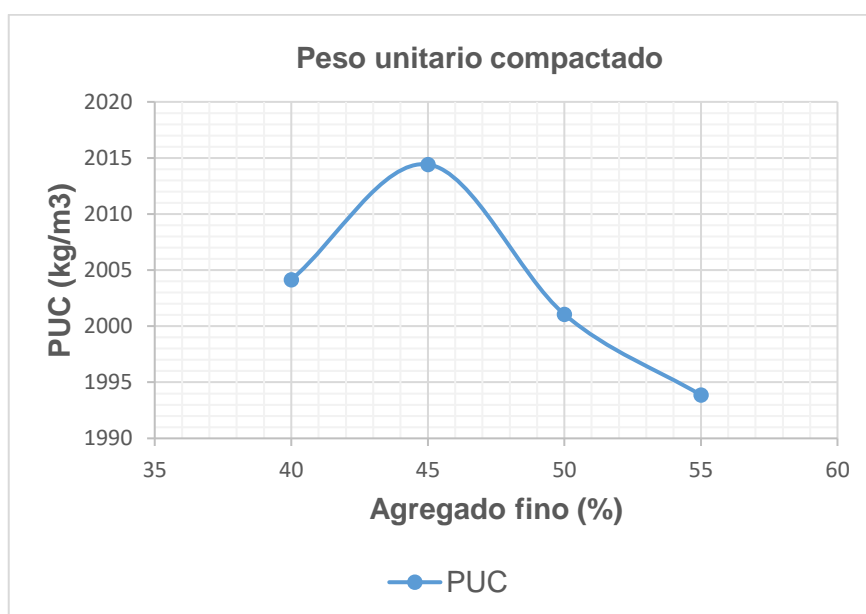
Piedra:

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso húmedo (g)	169.1	172.2	145.1	162.13
Peso seco (g)	168.4	171.3	144.2	161.30
C.H. (%)	0.42%	0.53%	0.62%	0.52%

Valores del peso unitario compactado de la combinación de los agregados

Agregado fino (%)	Agregado grueso (%)	PUC (Kg/m ³)
40	60	2004
45	55	2014
50	50	2001
55	45	1994
60	40	1973

Peso unitario compactado de la combinación de los agregados



Diseño obtenido para una relación a/c: 0.70, %Arena=42%, %Piedra=58%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m ³)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	275.71	0.09	1.00	275.71	1.00	3.509
Agua	193.00	0.19	0.70	189.63	0.69	2.413
Arena	787.40	0.30	2.86	801.30	2.91	10.198
Piedra	1084.87	0.41	3.93	1090.53	3.96	13.879
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2341.00	1.000				30.00
Asentamiento	0.5"					

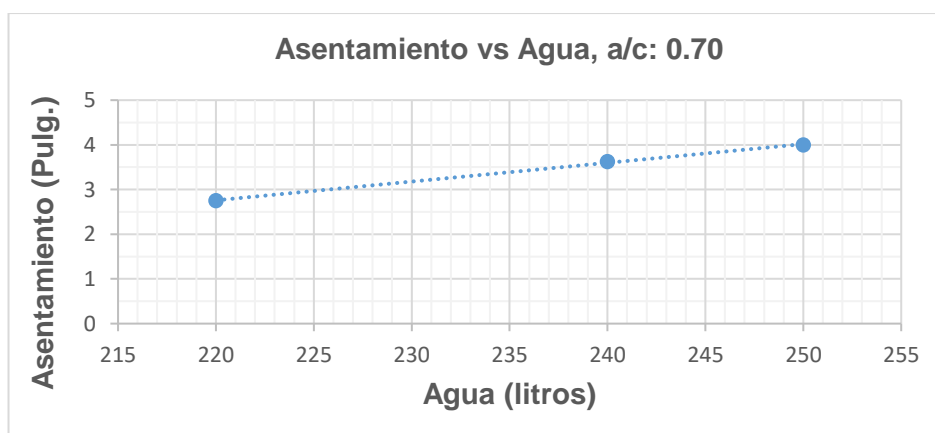
Se deseó obtener un asentamiento de 3" a 4" para lo cual se varió la cantidad de agua pero se mantuvo constante la relación agua/cemento (a/c) y además la relación arena/piedra.

La obtención del agua necesaria, así como también los diseños finales para cada relación arena/piedra se muestran en el siguiente cuadro:

Obtención de Agua de diseño para diferentes Slump, a/c: 0.70

Relación a/c	%A / %P	Agua (Litros)	Slump (pulg)
0.7	42/58	220	2.75
		240	3.625
		250	4

Asentamiento vs Agua para una relación a/c: 0.70



Finalmente se obtiene el valor del Agua (Litros) = 250 para un Slump de 4".

Diseño obtenido para una relación a/c: 0.70, %Arena=48%, %Piedra=52%

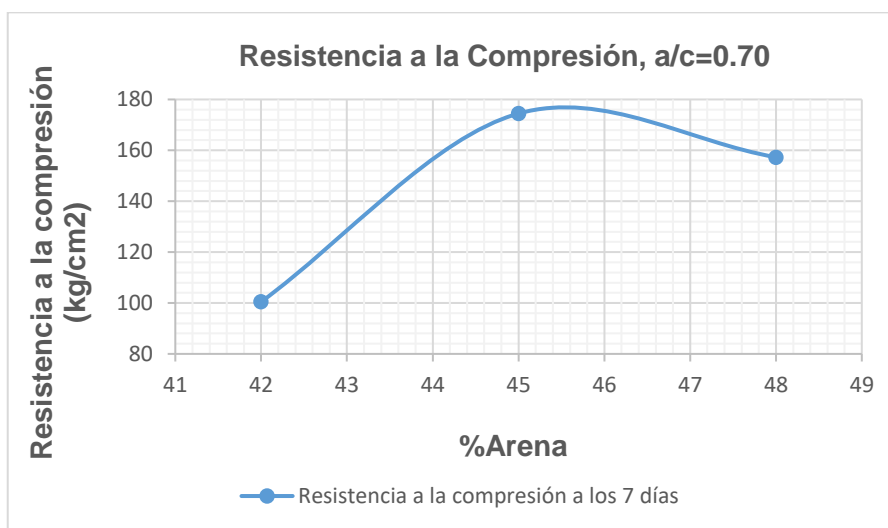
Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	357.14	0.11	1.00	357.14	1.00	4.710
Agua	250.00	0.25	0.70	246.88	0.69	3.256
Arena	794.06	0.30	2.22	808.07	2.26	10.657
Piedra	858.25	0.32	2.40	862.73	2.42	11.378
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2259.467	1.000				30.00
Asentamiento	4"					

Con los 3 diseños finales se procedió a realizar 5 probetas para cada relación arena/piedra, con la cantidad de agua encontrada y curadas a los 7 días, después se realizó el ensayo de Resistencia a la compresión.

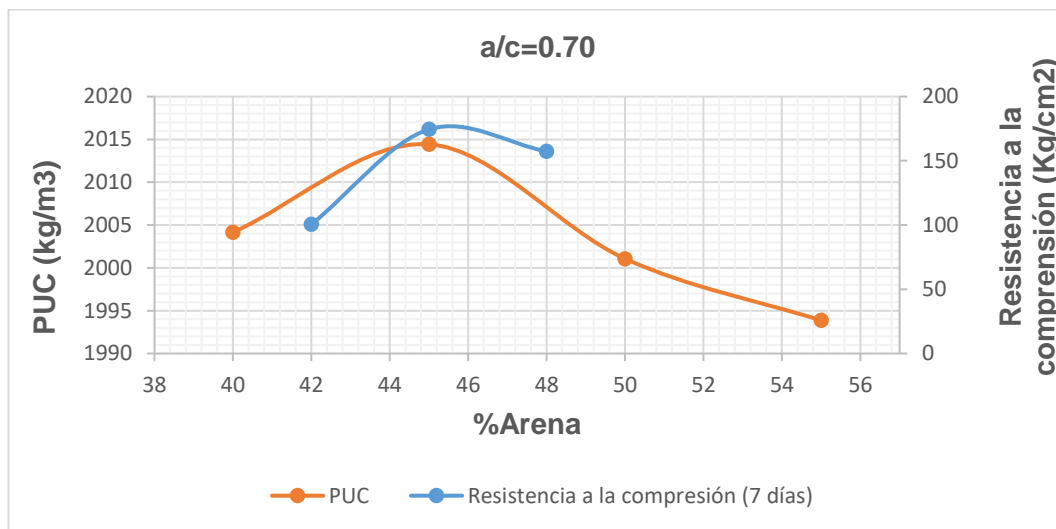
Ensayo de Resistencia a la compresión realizado a los 7 días de curado para a/c: 0.70

%Arena	%Piedra	M1 (kg/cm2)	M2 (kg/cm2)	M3 (kg/cm2)	M4 (kg/cm2)	M5 (kg/cm2)	Resistencia Promedio (kg/cm2)	Curado (días)
42	58	109.98	91.38	88.68	107.35	104.89	100.46	7
45	55	166.36	170.81	170.75	188.13	176.33	174.47	7
48	52	147.36	166.76	156.11	165.87	150.46	157.31	7

Resistencia a la compresión a los 7 días vs. Relación %Arena para a/c: 0.70



Superposición de gráficas para obtener la mejor combinación de agregados y a la vez mayor resistencia.



Para la relación 45% / 55% se obtuvo los mejores resultados, por lo tanto se escogió esta relación, siendo el diseño patrón final el siguiente:

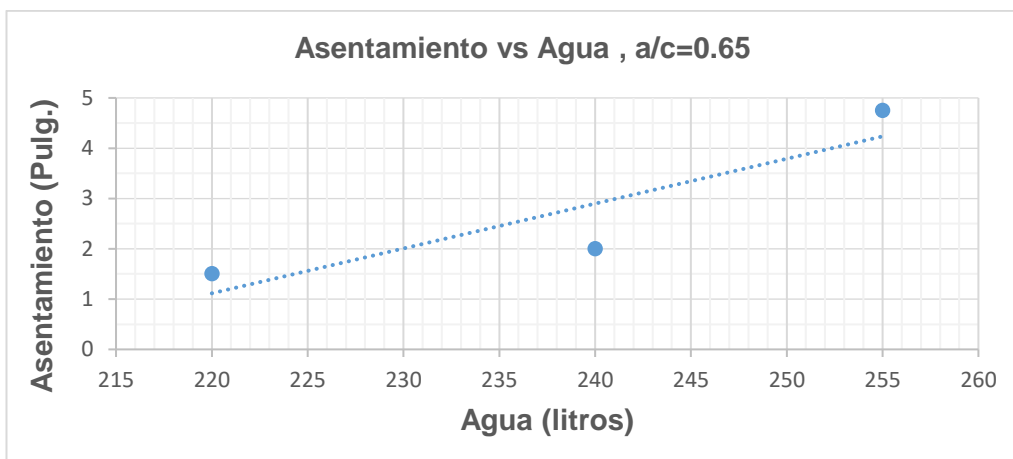
Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.70, %Arena=45%, %Piedra=55%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m³)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	357.14	0.11	1.00	357.14	1.00	4.711
Agua	250.00	0.25	0.70	245.65	0.69	3.241
Arena	744.43	0.280	2.08	758.02	2.12	9.999
Piedra	907.77	0.342	2.54	913.36	2.56	12.049
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2259.35	1.000				30.00
Asentamiento	4"					

Obtención del Agua de diseño para diferentes Slump, a/c: 0.65

Relación a/c	%A / %P	Agua (Litros)	Slump (pulg)
0.65	42/58	220	1.5
		240	2
		255	4.75
		245	3.347

Asentamiento vs Agua para una relación a/c: 0.65



Finalmente se obtiene el valor del Agua (Litros) = 252.32 para un Slump de 4".

Diseño obtenido para una relación a/c: 0.65, %Arena=42%, %Piedra=58%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	388.18	0.12	1.00	388.18	1.00	5.121
Agua	252.32	0.25	0.65	249.41	0.64	3.290
Arena	681.19	0.26	1.75	693.21	1.79	9.144
Piedra	938.53	0.35	2.42	943.43	2.43	12.445
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2260.24	1.000				30.00
Asentamiento		4"				

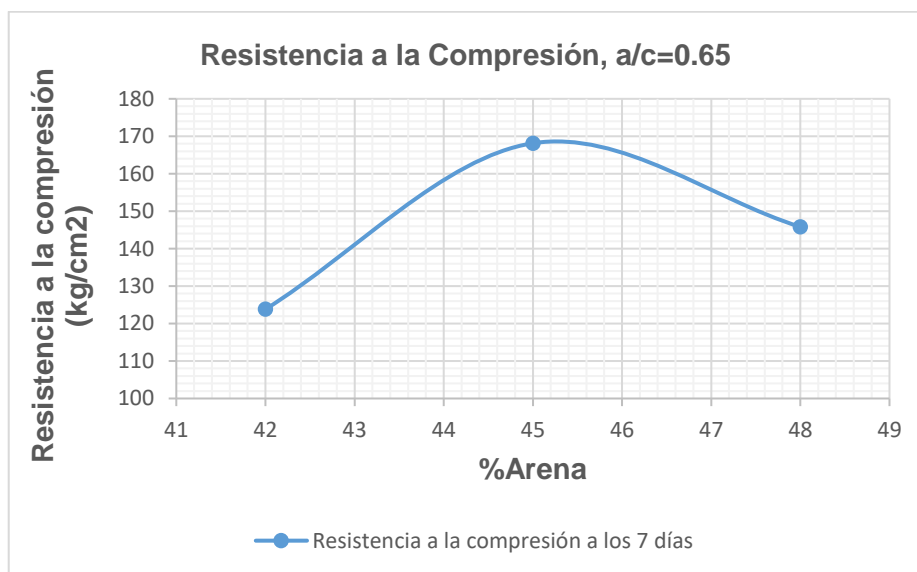
Diseño obtenido para una relación a/c: 0.65, %Arena=48%, %Piedra=52%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	388.18	0.12	1.00	388.18	1.00	5.118
Agua	252.32	0.25	0.65	249.26	0.64	3.286
Arena	778.51	0.29	2.01	792.24	2.04	10.445
Piedra	841.44	0.32	2.17	845.83	2.18	11.151
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2260.468	1.000				30.00
Asentamiento		4"				

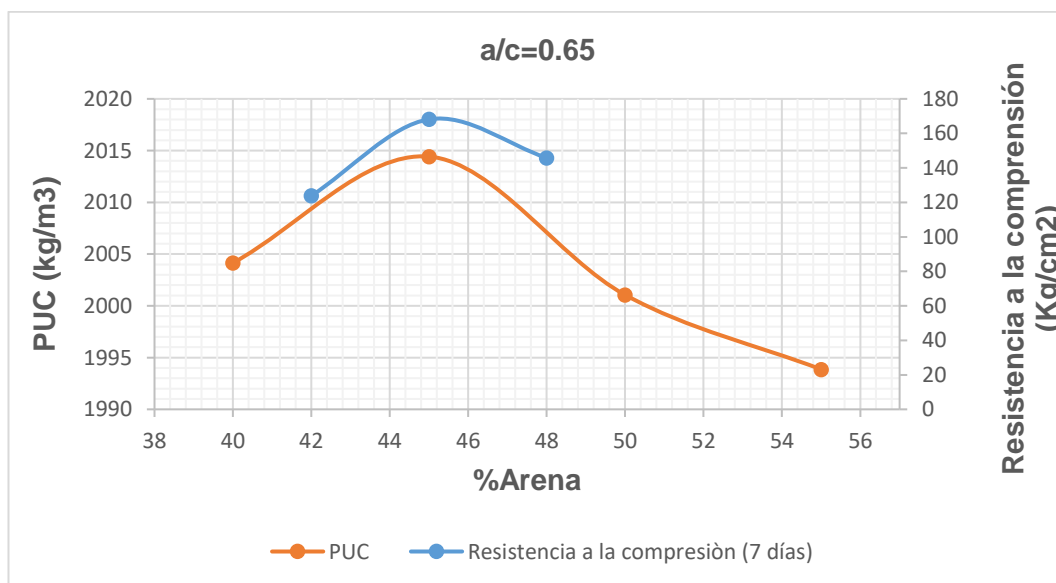
Ensayo de Resistencia a la compresión realizado a los 7 días de curado para
a/c: 0.65

%Arena	%Piedra	M1 (kg/cm ²)	M2 (kg/cm ²)	M3 (kg/cm ²)	M4 (kg/cm ²)	M5 (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Curado (días)
42	58	113.92	116.82	133.03	117.62	137.75	123.83	7
45	55	162.39	169.47	177.37	172.81	158.72	168.15	7
48	52	150.01	129.89	152.29	155.96	140.95	145.82	7

Resistencia a la compresión a los 7 días vs. Relación %Arena para a/c: 0.65



Superposición de gráficas para obtener la mejor combinación de agregados y a la vez mayor resistencia.



Para la relación 45% / 55% se obtuvo los mejores resultados, por lo tanto se escogió esta relación, siendo el diseño patrón final el siguiente:

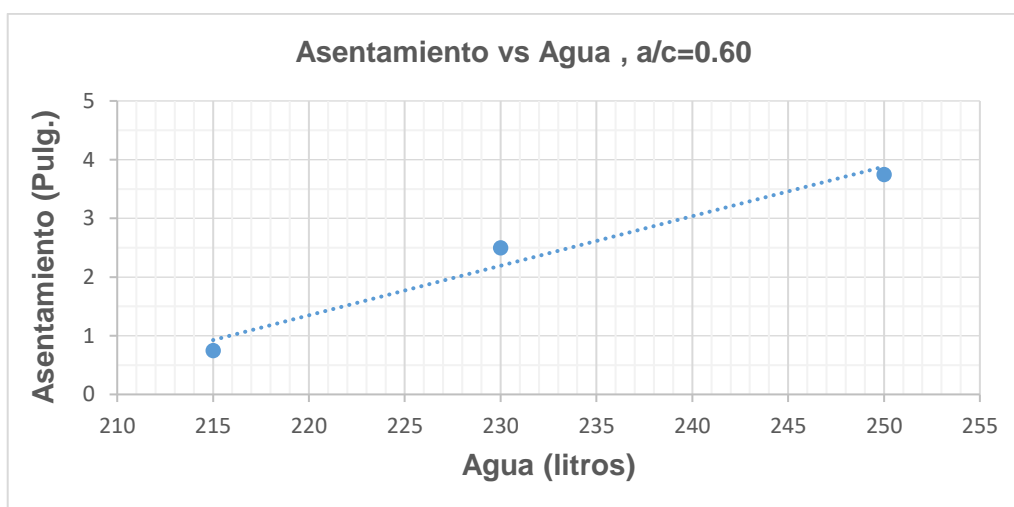
Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.65, %Arena=45%, %Piedra=55%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	388.18	0.12	1.00	388.18	1.00	5.119
Agua	252.32	0.25	0.65	249.34	0.64	3.288
Arena	729.85	0.274	1.88	742.73	1.91	9.795
Piedra	889.99	0.335	2.29	894.63	2.30	11.798
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2260.356	1.000				30.00
Asentamiento		4"				

Obtención del Agua de diseño para diferentes Slump, a/c: 0.60

Relación a/c	%A / %P	Agua (Litros)	Slump (pulg)
0.6	42/58	193	0.5
		215	0.75
		230	2.5
		250	3.75

Asentamiento vs Agua para una relación a/c: 0.60



Finalmente se obtiene el valor del Agua (Litros) = 251.28 para un Slump de 4".

Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.60, %Arena=42%, %Piedra=58%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	418.80	0.13	1.00	418.80	1.00	5.509
Agua	251.28	0.25	0.60	248.41	0.59	3.268
Arena	671.49	0.25	1.60	683.34	1.63	8.989
Piedra	925.17	0.35	2.21	929.99	2.22	12.234
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2266.75	1.000				30.00
Asentamiento		4"				

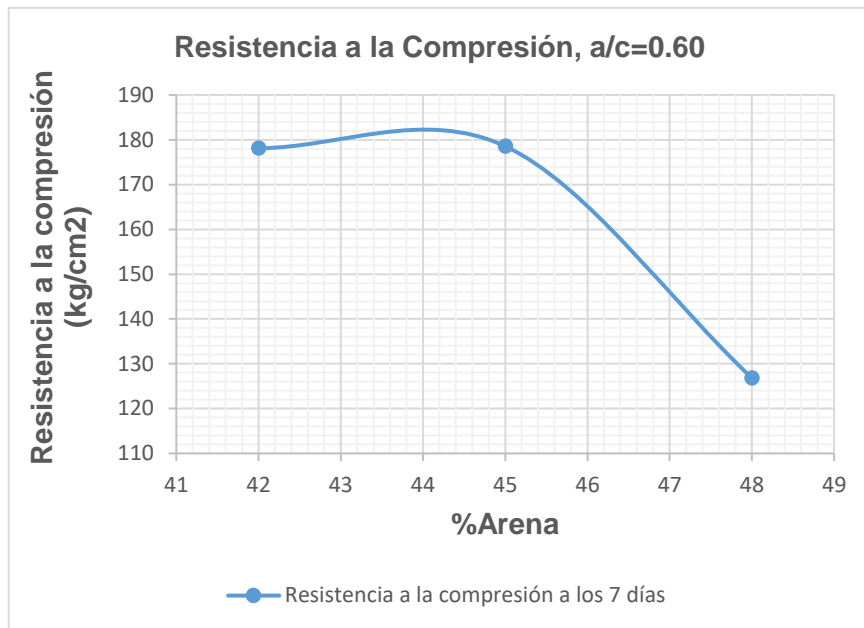
Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.60, %Arena=48%, %Piedra=52%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	418.80	0.13	1.00	418.80	1.00	5.506
Agua	251.28	0.25	0.60	248.27	0.59	3.264
Arena	767.42	0.29	1.83	780.96	1.86	10.268
Piedra	829.46	0.31	1.98	833.79	1.99	10.962
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2266.973	1.000				30.00
Asentamiento		4"				

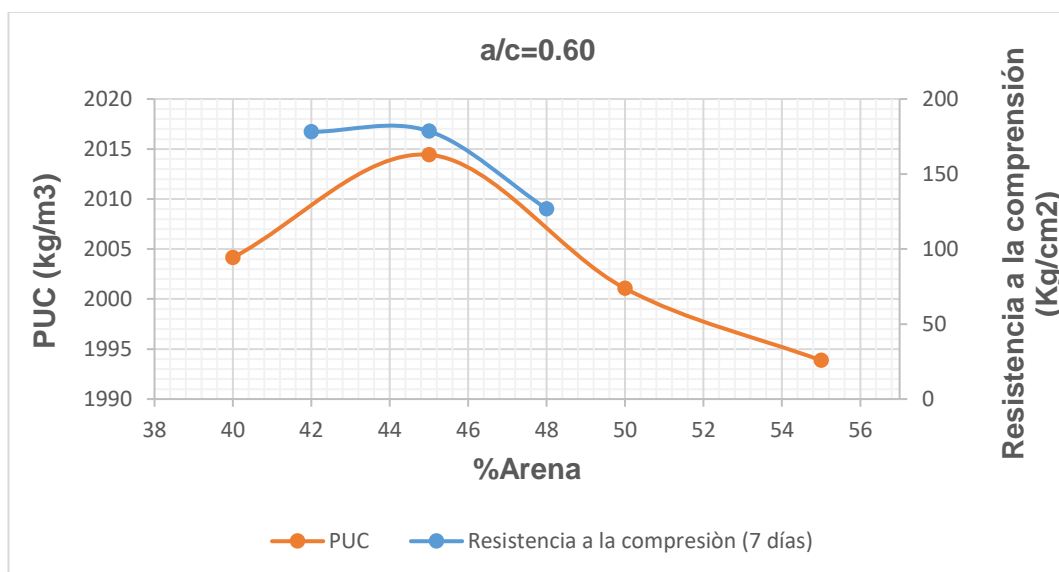
Ensayo de Resistencia a la compresión realizado a los 7 días de curado para
a/c: 0.60

%Arena	%Piedra	M1 (kg/cm2)	M2 (kg/cm2)	M3 (kg/cm2)	M4 (kg/cm2)	M5 (kg/cm2)	Resistencia Promedio (kg/cm2)	Curado (días)
42	58	171.19	161.78	165.26	191.81	200.41	178.09	7
45	55	215.08	161.01	177.71	183.12	155.80	178.55	7
48	52	128.05	117.73	129.84	119.66	138.83	126.82	7

Resistencia a la compresión a los 7 días vs. Relación %Arena para a/c: 0.60



Superposición de gráficas para obtener la mejor combinación de agregados y a la vez mayor resistencia.



Para la relación 45% / 55% se obtuvo los mejores resultados, por lo tanto se escogió esta relación, siendo el diseño patrón final el siguiente:

Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.60, %Arena=45%, %Piedra=55%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	418.80	0.13	1.00	418.80	1.00	5.508
Agua	251.28	0.25	0.60	248.34	0.59	3.266
Arena	719.45	0.270	1.72	732.15	1.75	9.629
Piedra	877.31	0.330	2.09	881.89	2.11	11.598
Aire atrap.	0.015	0.015				
Sumatoria	2266.863	1.000				30.00
Asentamiento		4"				

DISEÑO DEL CONCRETO CON ADITIVO (CPA)

Cálculo del Agua corregida por la Reducción de agua mediante la siguiente fórmula:

$$Agua\ corregida = \{Agua - [Arenax(CH - Abs) + Piedrax(CH - Abs)]\}x(1 - R)$$

Arena:

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso húmedo (g)	178.8	172.6	171.3	174.23
Peso seco (g)	174.2	168	166.7	169.63
C.H. (%)	2.64%	2.74%	2.76%	2.71%

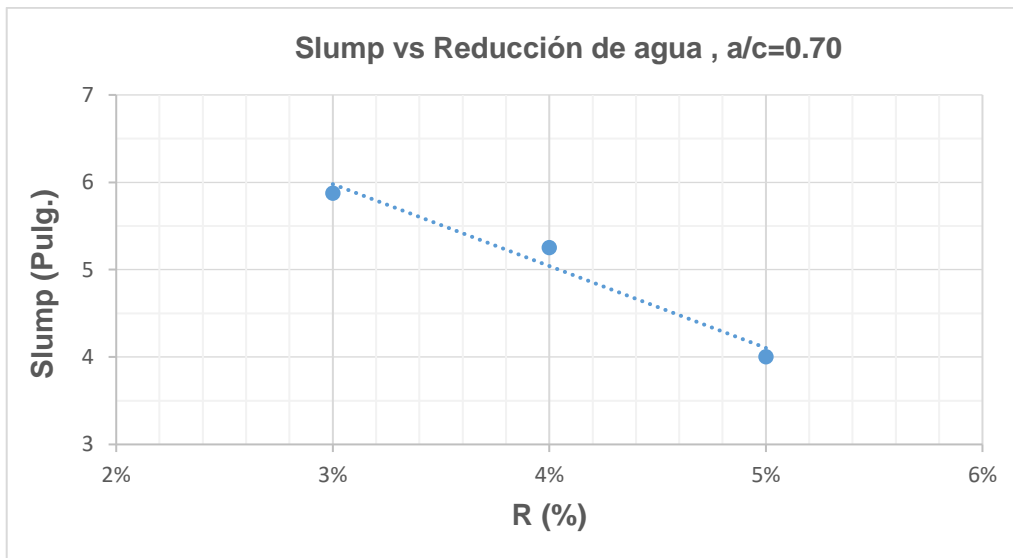
Piedra:

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso húmedo (g)	187.5	183	186.7	185.73
Peso seco (g)	187	182.4	186.2	185.20
C.H. (%)	0.27%	0.33%	0.27%	0.29%

Valores de Reducción de agua, a/c:0.70 + 0.35%Aditivo

R (%)	SLUMP (pulg)
3%	5.875
4%	5.25
5%	4

Slump vs Reducción de agua., a/c:0.70 + 0.35%Aditivo



Se determina que, para un Slump de 4" se obtiene una Reducción de agua de 5%

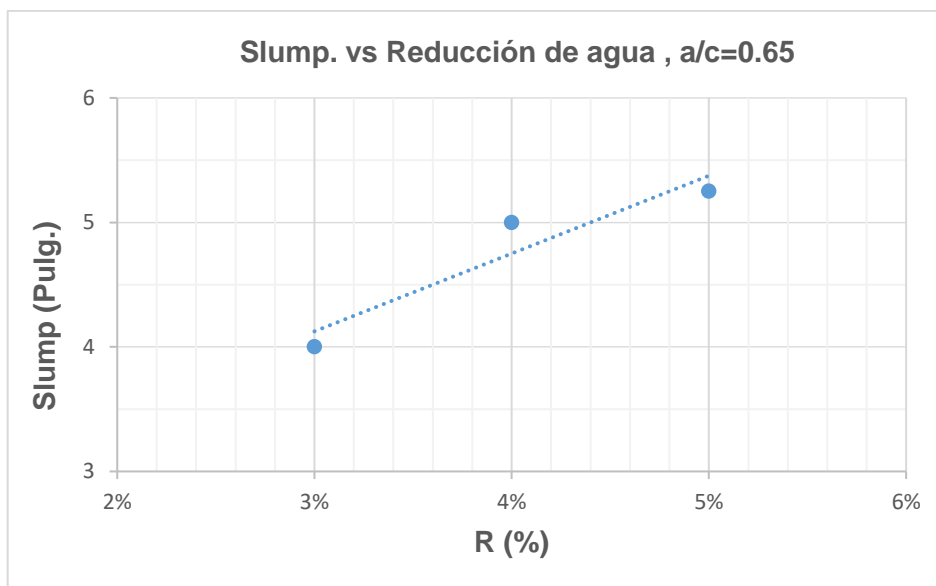
Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.70 + 0.35%Aditivo, R=5%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	357.14	0.11	1.00	357.14	1.00	4.740
Agua	250.00	0.25	0.70	229.93	0.64	3.051
Arena	743.18	0.279	2.08	763.34	2.14	10.131
Piedra	906.25	0.341	2.54	908.86	2.54	12.062
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.25	0.001			0.0035	0.017
Sumatoria	2257.83	1.000				30.000
Asentamiento						4"

Valores de Reducción de agua, a/c:0.65 + 0.35%Aditivo

R (%)	SLUMP (pulg)
3%	4
4%	5
5%	5.25

Slump vs Reducción de agua., a/c:0.65 + 0.35%Aditivo



Se determina que, para un Slump de 4" se obtiene una Reducción de agua de 3%.

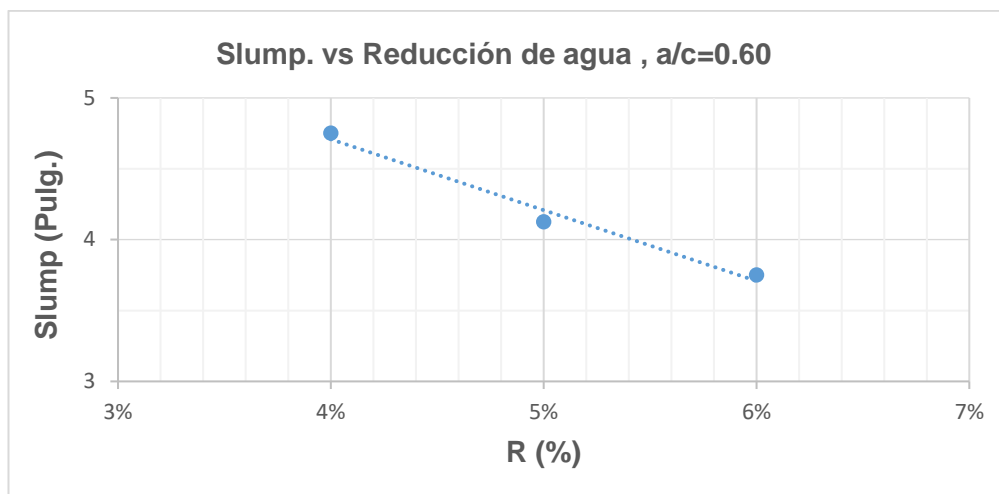
Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.65 + 0.35%Aditivo, R=3%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	388.18	0.12	1.00	388.18	1.00	5.140
Agua	252.32	0.25	0.65	237.17	0.61	3.140
Arena	728.49	0.274	1.88	748.25	1.93	9.907
Piedra	888.33	0.335	2.29	890.90	2.30	11.795
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.36	0.001			0.0035	0.018
Sumatoria	2258.71	1.000				30.000
Asentamiento		4"				

Valores de Reducción de agua, a/c:0.60 + 0.35%Aditivo

R (%)	SLUMP (pulg)
4%	4.75
5%	4.125
6%	3.75

Slump vs Reducción de agua., a/c:0.60 + 0.35%Aditivo



Se determina que, para un Slump de 4" se obtiene una Reducción de agua de 5.42%

Diseño final para un metro cúbico, a/c=0.60 + 0.35%Aditivo, R=5.42%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	418.80	0.13	1.00	418.80	1.00	5.544
Agua	251.28	0.25	0.60	230.38	0.55	3.050
Arena	717.99	0.270	1.71	737.47	1.76	9.763
Piedra	875.53	0.330	2.09	878.05	2.10	11.624
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.47	0.001			0.0035	0.019
Sumatoria	2265.08	1.000				30.000
Asentamiento						4"

DISEÑO DEL CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 (CAM5 Y CAM10)

Arena:

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso húmedo (g)	162.7	166.3	157.3	162.10
Peso seco (g)	158	162.8	152.1	157.63
C.H. (%)	2.97%	2.15%	3.42%	2.85%

Piedra:

Descripción	M1	M2	M3	Promedio
Peso húmedo (g)	307.1	301.9	358.1	322.37
Peso seco (g)	306.3	301.3	357.599	321.73
C.H. (%)	0.26%	0.20%	0.14%	0.20%

Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.70 (CAM5), R=5%,Micromineral=5%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	357.14	0.11	1.00	357.14	1.00	4.746
Agua	250.00	0.25	0.70	229.83	0.64	3.054
Arena	733.80	0.276	2.05	754.70	2.11	10.030
Piedra	894.81	0.337	2.51	896.60	2.51	11.916
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.25	0.001			0.004	0.017
Microsilice	17.86	0.008			0.050	0.237
Sumatoria	2254.87	1.000				30.000
Asentamiento	2"					

Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.65 (CAM5), R=3%, Micromineral=5%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	388.18	0.12	1.00	388.18	1.00	5.147
Agua	252.32	0.25	0.65	237.08	0.61	3.144
Arena	718.30	0.270	1.85	738.75	1.90	9.796
Piedra	875.90	0.330	2.26	877.66	2.26	11.638
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.36	0.001			0.004	0.018
Microsilice	19.41	0.009			0.050	0.257
Sumatoria	2255.49	1.000				30.000
Asentamiento	1.625"					

Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.60 (CAM5), R=5.42%, Micromineral=5%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	418.80	0.13	1.00	418.80	1.00	5.553
Agua	251.28	0.25	0.60	230.30	0.55	3.054
Arena	706.99	0.266	1.69	727.13	1.74	9.642
Piedra	862.12	0.325	2.06	863.85	2.06	11.454
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.47	0.001			0.004	0.019
Microsilice	20.94	0.009			0.050	0.278
Sumatoria	2261.61	1.000				30.000
Asentamiento	0.8125"					

Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.70 (CAM10), R=5%, Micromineral=10%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	357.14	0.11	1.00	357.14	1.00	4.753
Agua	250.00	0.25	0.70	229.93	0.64	3.060
Arena	724.42	0.272	2.03	745.05	2.09	9.915
Piedra	883.37	0.333	2.47	885.14	2.48	11.780
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.25	0.001			0.004	0.017
Microsilice	35.71	0.016			0.100	0.475
Sumatoria	2251.91	1.000				30.000
Asentamiento	1.375"					

Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.65 (CAM10), R=3%, Micromineral=10%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	388.18	0.12	1.00	388.18	1.00	5.155
Agua	252.32	0.25	0.65	237.19	0.61	3.150
Arena	708.10	0.266	1.82	728.27	1.88	9.671
Piedra	863.47	0.325	2.22	865.20	2.23	11.490
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.36	0.001			0.004	0.018
Microsilice	38.82	0.017			0.100	0.516
Sumatoria	2252.27	1.000				30.000
Asentamiento	0.75"					

Diseño final para un metro cúbico, a/c: 0.60 (CAM10), R=5.42%,
 Micromineral=10%

Material	Dosificación por metro cúbico de concreto					Tanda de 30 kg
	Peso Seco (kg)	Vol. Absoluto (m3)	Peso Unitario Seco	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario Húmedo	
Cemento	418.80	0.13	1.00	418.80	1.00	5.562
Agua	251.28	0.25	0.60	230.42	0.55	3.060
Arena	695.99	0.262	1.66	715.82	1.71	9.507
Piedra	848.71	0.320	2.03	850.41	2.03	11.295
Aire atrap.	0.015	0.015				
Aditivo	1.47	0.001			0.004	0.019
Microsilice	41.88	0.018			0.100	0.556
Sumatoria	2258.14	1.000				30.000
Asentamiento		0"				

ANEXO C

- **PROPIEDADES DEL CONCRETO
EN ESTADO FRESCO**

- **PROPIEDADES DEL CONCRETO
EN ESTADO ENDURECIDO**

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

CONSISTENCIA

Relación a/c	Mezcla	Slump (pulg)
0.70	CP	4
	CPA	4
	CAM5	2
	CAM10	1.375
0.65	CP	4
	CPA	4
	CAM5	1.625
	CAM10	0.75
0.60	CP	4
	CPA	4
	CAM5	0.8125
	CAM10	0

FLUIDEZ

Mezcla	Relación a/c	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	D5 (cm)	D6 (cm)	Diámetro promedio (cm)	Fluidez (%)
CP	0.70	54.80	53.00	55.40	53.50	55.70	55.40	54.63	118.53
	0.65	53.20	52.90	52.00	53.00	51.80	51.30	52.37	109.47
	0.60	48.70	49.90	51.60	51.20	51.80	51.50	50.78	103.13
CPA	0.70	54.00	55.50	54.10	54.10	54.00	54.00	54.28	117.13
	0.65	48.80	48.50	51.20	48.10	47.60	51.40	49.27	97.07
	0.60	42.00	41.80	43.90	42.90	44.60	42.50	42.95	71.80
CAM5	0.70	42.00	43.50	43.10	44.00	41.80	42.00	42.73	70.93
	0.65	40.30	40.00	39.50	39.60	41.50	40.70	40.27	61.07
	0.60	36.20	34.00	35.20	35.90	35.50	36.30	35.52	42.07
CAM10	0.70	44.10	44.20	44.50	45.00	44.30	43.80	44.32	77.27
	0.65	38.00	36.50	37.30	37.50	38.20	37.60	37.52	50.07
	0.60	36.00	35.20	34.50	34.60	35.50	33.20	34.83	39.33

PESO UNITARIO

Relación a/c	Mezcla	P.tara + M (kg)	Peso tara (kg)	V. tara (m3)	Peso Unitario (Kg/m3)
0.70	CP	19.78	2.42	0.007050	2463
	CPA	19.56	2.42	0.007050	2431
	CAM5	19.55	2.42	0.007050	2430
	CAM10	19.22	2.42	0.007050	2383
0.65	CP	19.68	2.42	0.007050	2448
	CPA	19.94	2.42	0.007050	2485
	CAM5	19.54	2.42	0.007050	2429
	CAM10	19.02	2.42	0.007050	2355
0.60	CP	19.62	2.42	0.007050	2440
	CPA	19.63	2.42	0.007050	2441
	CAM5	19.35	2.42	0.007050	2402
	CAM10	19.05	2.42	0.007050	2359

CONTENIDO DE AIRE

Relación a/c	Mezcla	Porcentaje de aire (%)
0.70	CP	0.50
	CPA	1.35
	CAM5	1.45
	CAM10	1.40
0.65	CP	0.75
	CPA	1.00
	CAM5	1.30
	CAM10	1.65
0.60	CP	0.85
	CPA	1.50
	CAM5	1.55
	CAM10	1.75

TIEMPO DE FRAGUA

CONCRETO PATRÓN (CP)

DISEÑO: CP							
a/c = 0.70							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
4 h : 00 m	1 1/16	0.88664	18	20	20.30	22.56	21.43
4 h : 30 m	1 1/16	0.88664	50	50	56.39	56.39	56.39
5 h : 00 m	3/4	0.44179	72	74	162.97	167.50	165.24
5 h : 30 m	1/2	0.19635	76	76	387.06	387.06	387.06
6 h : 00 m	3/8	0.11045	64	70	579.47	633.79	606.63
6 h : 30 m	1/4	0.04909	78	79	1589.00	1609.37	1599.19
7 h : 00 m	3/16	0.02761	76	73	2752.46	2643.81	2698.14
7 h : 30 m	3/16	0.02761	100	99	3621.66	3585.44	3603.55
8 h : 00 m	3/16	0.02761	152	153	5504.92	5541.14	5523.03

DISEÑO: CP							
a/c = 0.65							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
4 h : 00 m	1 1/16	0.88664	20	20	22.56	22.56	22.56
4 h : 30 m	1 1/16	0.88664	83	85	93.61	95.87	94.74
5 h : 00 m	3/4	0.44179	73	73	165.24	165.24	165.24
5 h : 30 m	1/2	0.19635	70	74	356.51	376.88	366.69
6 h : 00 m	3/8	0.11045	76	76	688.12	688.12	688.12
6 h : 30 m	1/4	0.04909	73	74	1487.14	1507.52	1497.33
7 h : 00 m	3/16	0.02761	66	76	2390.30	2752.46	2571.38
7 h : 30 m	3/16	0.02761	130	132	4708.16	4780.59	4744.37

DISEÑO: CP							
a/c = 0.60							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
4 h : 00 m	1 1/16	0.88664	37	39	41.73	43.99	42.86
4 h : 30 m	1 1/16	0.88664	96	96	108.27	108.27	108.27
5 h : 00 m	3/4	0.44179	140	144	316.90	325.95	321.42
5 h : 30 m	3/8	0.11045	66	58	597.57	525.14	561.36
6 h : 00 m	1/4	0.04909	66	67	1344.54	1364.91	1354.73
6 h : 30 m	3/16	0.02761	56	66	2028.13	2390.30	2209.21
7 h : 00 m	3/16	0.02761	132	131	4780.59	4744.37	4762.48

CONCRETO CON ADITIVO (CPA)

DISEÑO: CPA							
a/c = 0.70							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
4 h : 00 m	1 1/16	0.88664	20	20	22.56	22.56	22.56
4 h : 30 m	1 1/16	0.88664	42	38	47.37	42.86	45.11
5 h : 00 m	3/4	0.44179	51	51	115.44	115.44	115.44
5 h : 30 m	1/2	0.19635	96	96	488.92	488.92	488.92
6 h : 00 m	3/8	0.11045	70	74	633.79	670.01	651.90
6 h : 30 m	1/4	0.04909	76	72	1548.26	1466.77	1507.52
7 h : 00 m	3/16	0.02761	76	72	2752.46	2607.59	2680.03
7 h : 30 m	3/16	0.02761	108	98	3911.39	3549.23	3730.31
8 h : 00 m	3/16	0.02761	200	196	7243.32	7098.45	7170.89

DISEÑO: CPA							
a/c = 0.65							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
4 h : 00 m	1 1/16	0.88664	56	56	63.16	63.16	63.16
4 h : 30 m	3/4	0.44179	72	72	162.97	162.97	162.97
5 h : 00 m	1/2	0.19635	88	92	448.18	468.55	458.37
5 h : 30 m	3/8	0.11045	70	74	633.79	670.01	651.90
6 h : 00 m	1/4	0.04909	75	74	1527.89	1507.52	1517.70
6 h : 30 m	3/16	0.02761	100	99	3621.66	3585.44	3603.55
7 h : 00 m	3/16	0.02761	152	162	5504.92	5867.09	5686.00

DISEÑO: CPA							
a/c = 0.60							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
3 h : 30 m	1 1/16	0.88664	58	58	65.42	65.42	65.42
4 h : 00 m	3/4	0.44179	56	58	126.76	131.29	129.02
4 h : 30 m	1/2	0.19635	82	86	417.62	437.99	427.81
5 h : 00 m	3/8	0.11045	74	70	670.01	633.79	651.90
5 h : 30 m	1/4	0.04909	76	76	1548.26	1548.26	1548.26
6 h : 00 m	3/16	0.02761	86	90	3114.63	3259.49	3187.06
6 h : 30 m	3/16	0.02761	152	156	5504.92	5649.79	5577.36

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 5% (CAM5)

DISEÑO: CAM5							
a/c = 0.70							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
4 h : 00 m	1 1/16	0.88664	66	66	74.44	74.44	74.44
4 h : 30 m	1/2	0.19635	40	50	203.72	254.65	229.18
5 h : 00 m	3/8	0.11045	67	67	606.63	606.63	606.63
5 h : 30 m	1/4	0.04909	42	42	855.62	855.62	855.62
6 h : 00 m	3/16	0.02761	60	54	2173.00	1955.70	2064.35
6 h : 30 m	3/16	0.02761	86	86	3114.63	3114.63	3114.63
7 h : 00 m	3/16	0.02761	132	126	4780.59	4563.29	4671.94

DISEÑO: CAM5							
a/c = 0.65							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
3 h : 30 m	1 1/16	0.88664	46	46	51.88	51.88	51.88
4 h : 00 m	3/4	0.44179	65	67	147.13	151.66	149.39
4 h : 30 m	1/2	0.19635	71	71	361.60	361.60	361.60
5 h : 00 m	3/8	0.11045	77	78	697.17	706.22	701.70
5 h : 30 m	1/4	0.04909	70	64	1426.03	1303.80	1364.91
6 h : 00 m	3/16	0.02761	82	78	2969.76	2824.89	2897.33
6 h : 30 m	3/16	0.02761	110	100	3983.83	3621.66	3802.74
7 h : 00 m	3/16	0.02761	170	158	6156.82	5722.22	5939.52

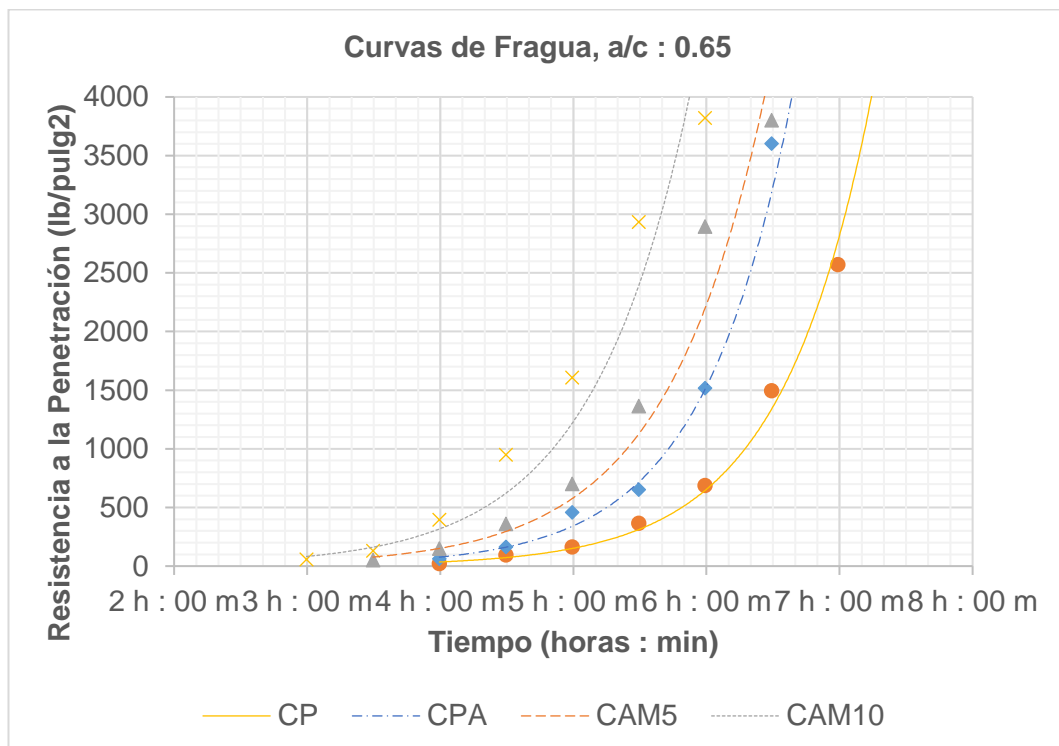
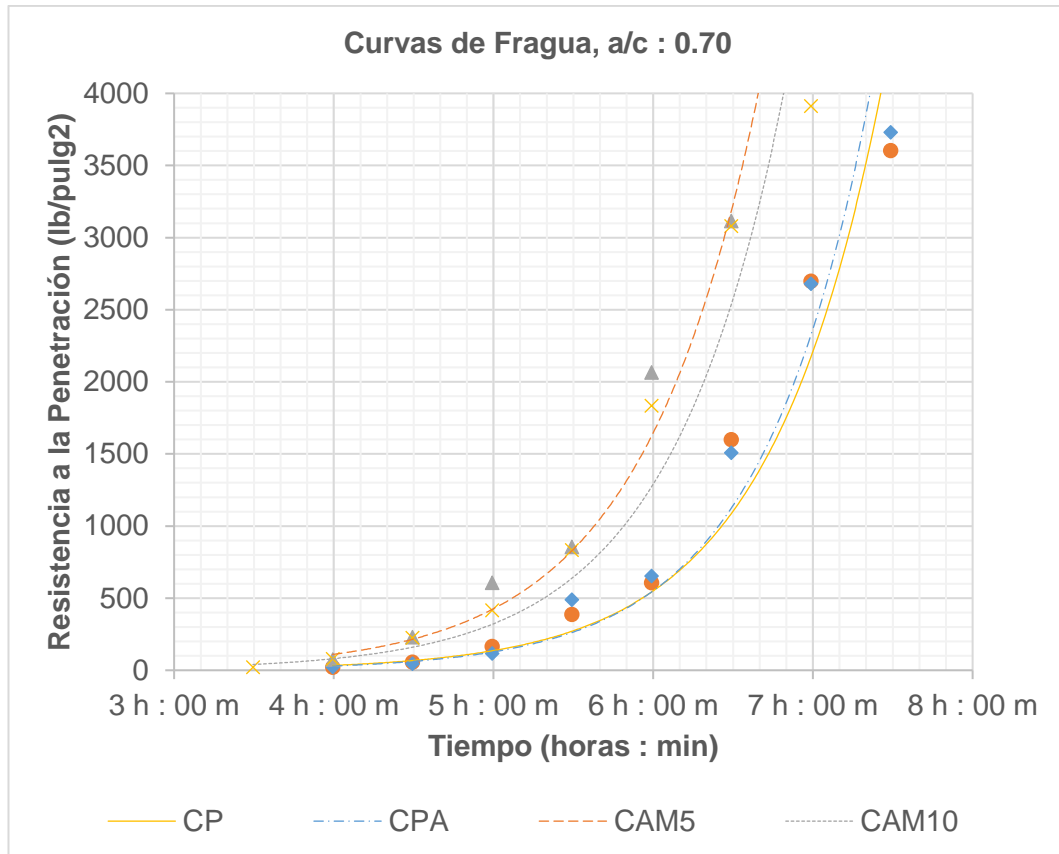
DISEÑO: CAM5							
a/c = 0.60							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
3 h : 00 m	1 1/16	0.88664	37	39	41.73	43.99	42.86
3 h : 30 m	3/4	0.44179	39	39	88.28	88.28	88.28
4 h : 00 m	1/2	0.19635	60	60	305.58	305.58	305.58
4 h : 30 m	3/8	0.11045	68	77	615.68	697.17	656.43
5 h : 00 m	1/4	0.04909	76	80	1548.26	1629.75	1589.00
5 h : 30 m	3/16	0.02761	77	75	2788.68	2716.24	2752.46
6 h : 00 m	3/16	0.02761	122	124	4418.42	4490.86	4454.64

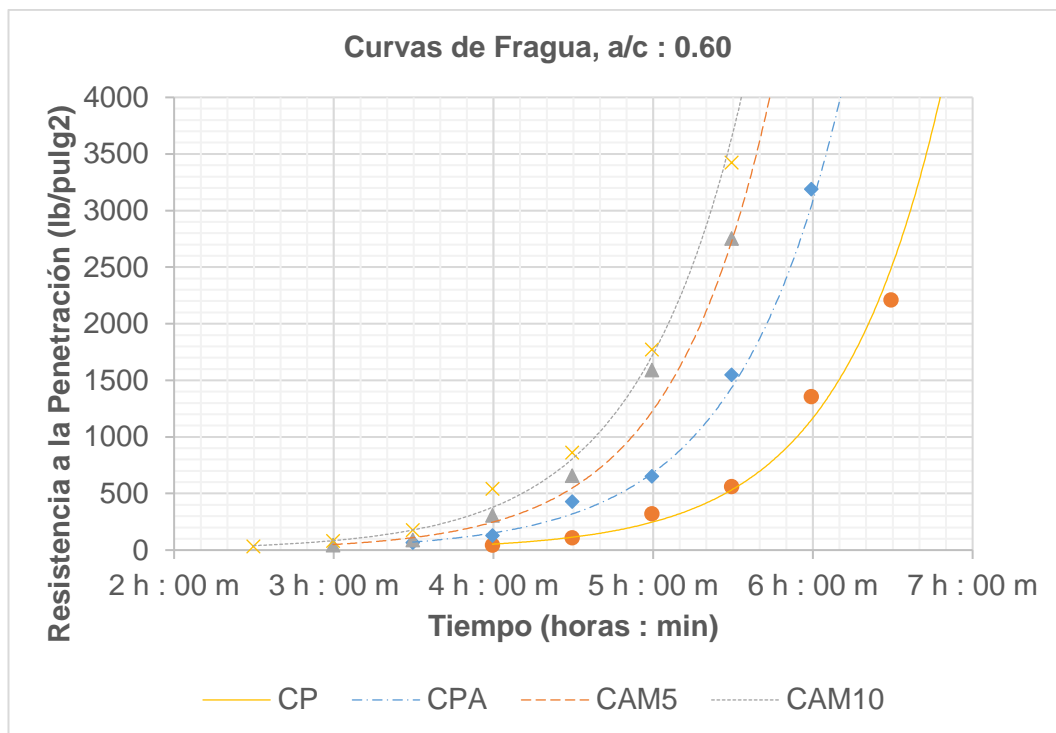
CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 10% (CAM10)

DISEÑO: CAM10							
a/c = 0.70							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
3 h : 30 m	1 1/16	0.88664	16	20	18.05	22.56	20.30
4 h : 00 m	1 1/16	0.88664	67	71	75.57	80.08	77.82
4 h : 30 m	3/4	0.44179	99	99	224.09	224.09	224.09
5 h : 00 m	3/4	0.44179	183	185	414.23	418.75	416.49
5 h : 30 m	3/8	0.11045	92	92	832.98	832.98	832.98
6 h : 00 m	1/4	0.04909	89	91	1813.09	1853.84	1833.46
6 h : 30 m	3/16	0.02761	85	85	3078.41	3078.41	3078.41
7 h : 00 m	3/16	0.02761	104	112	3766.53	4056.26	3911.39
7 h : 30 m	3/16	0.02761	172	180	6229.25	6518.99	6374.12

DISEÑO: CAM10							
a/c = 0.65							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
3 h : 00 m	1 1/16	0.88664	49	51	55.26	57.52	56.39
3 h : 30 m	3/4	0.44179	56	60	126.76	135.81	131.29
4 h : 00 m	1/2	0.19635	78	78	397.25	397.25	397.25
4 h : 30 m	3/8	0.11045	101	109	914.47	986.90	950.69
5 h : 00 m	1/4	0.04909	77	81	1568.63	1650.12	1609.37
5 h : 30 m	3/16	0.02761	81	81	2933.54	2933.54	2933.54
6 h : 00 m	3/16	0.02761	105	106	3802.74	3838.96	3820.85
6 h : 30 m	3/16	0.02761	177	181	6410.34	6555.20	6482.77

DISEÑO: CAM10							
a/c = 0.60							
TIEMPO (hor : min)	AGUJA Ø (pulg)	ÁREA AGUJA Ø (pulg 2)	FUERZA (lb)		PRESIÓN (lb/pul2)		PRESIÓN PROMEDIO (lb/pul2)
			(A)	(B)	(A)	(B)	
2 h : 30 m	1 1/16	0.88664	28	30	31.58	33.84	32.71
3 h : 00 m	1 1/16	0.88664	66	74	74.44	83.46	78.95
3 h : 30 m	3/4	0.44179	78	78	176.56	176.56	176.56
4 h : 00 m	1/2	0.19635	104	108	529.67	550.04	539.85
4 h : 30 m	3/8	0.11045	100	90	905.41	814.87	860.14
5 h : 00 m	1/4	0.04909	80	94	1629.75	1914.95	1772.35
5 h : 30 m	3/16	0.02761	96	93	3476.79	3368.14	3422.47
6 h : 00 m	3/16	0.02761	179	188	6482.77	6808.72	6645.74





Tiempo de fragua inicial y final de todos los diseños de mezcla

Relación a/c	Mezcla	Tiempo de Fragua Inicial (hora : min)	Tiempo de Fragua Final (hora : min)
0.70	CP	5 h : 57 m	7 h : 25 m
	CPA	5 h : 57 m	7 h : 21 m
	CAM5	5 h : 08 m	6 h : 39 m
	CAM10	5 h : 20 m	6 h : 49 m
0.65	CP	5 h : 50 m	7 h : 14 m
	CPA	5 h : 15 m	6 h : 39 m
	CAM5	4 h : 52 m	6 h : 26 m
	CAM10	4 h : 20 m	5 h : 51 m
0.60	CP	5 h : 28 m	6 h : 48 m
	CPA	4 h : 48 m	6 h : 10 m
	CAM5	4 h : 27 m	5 h : 43 m
	CAM10	4 h : 10 m	5 h : 32 m

EXUDACIÓN

CONCRETO PATRÓN (CP)

DISEÑO: CP			
a/c: 0.70			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	4.71	w (kg)	3.19
Agua Neta	3.19	W (kg)	30.00
Arena	10.10	S (kg)	7.86
Piedra	12.00	C (gr)	835.78
Aditivo	-	D (cm3)	46.1
Micromineral	-	TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	5.4	5.4
0 h : 20 m	10.3	15.7
0 h : 30 m	9.5	25.2
0 h : 40 m	7.1	32.3
1 h : 10 m	8	40.3
1 h : 40 m	4	44.3
2 h : 10 m	1	45.3
2 h : 40 m	0.8	46.1
3 h : 10 m	0	46.1
3 h : 40 m		46.1
EXUDACIÓN (%):		5.52%

DISEÑO: CP			
a/c: 0.65			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	5.12	w (kg)	3.22
Agua Neta	3.22	W (kg)	30.00
Arena	9.90	S (kg)	8.04
Piedra	11.76	C (gr)	862.96
Aditivo	-	D (cm3)	39
Micromineral	-	TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	4	4
0 h : 20 m	6.9	10.9
0 h : 30 m	4.5	15.4
0 h : 40 m	5.8	21.2
1 h : 10 m	9.2	30.4
1 h : 40 m	7	37.4
2 h : 10 m	1.6	39
2 h : 40 m	0	39
3 h : 10 m		39
3 h : 40 m		39
EXUDACIÓN (%):		4.52%

DISEÑO: CP			
a/c: 0.60			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	5.51	w (kg)	3.2
Agua Neta	3.20	W (kg)	30.00
Arena	9.73	S (kg)	8.92
Piedra	11.56	C (gr)	951.47
Aditivo	-	D (cm3)	32.4
Micromineral	-	TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	3	3
0 h : 20 m	2.4	5.4
0 h : 30 m	3	8.4
0 h : 40 m	3.7	12.1
1 h : 10 m	13.7	25.8
1 h : 40 m	6.6	32.4
2 h : 10 m	0	32.4
2 h : 40 m		32.4
3 h : 10 m		32.4
3 h : 40 m		32.4
EXUDACIÓN (%):		3.41%

CONCRETO CON ADITIVO (CPA)

DISEÑO: CPA			
a/c: 0.70			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	4.73	w (kg)	3.05
Agua Neta	3.05	W (kg)	30.00
Arena	10.14	S (kg)	7.46
Piedra	12.06	C (gr)	758.51
Aditivo	0.017	D (cm3)	25.6
Micromineral	-	TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	3	3
0 h : 20 m	5.4	8.4
0 h : 30 m	4.6	13
0 h : 40 m	4.4	17.4
1 h : 10 m	5.6	23
1 h : 40 m	2.6	25.6
2 h : 10 m	0	25.6
2 h : 40 m		25.6
3 h : 10 m		25.6
3 h : 40 m		25.6
EXUDACIÓN (%):		3.38%

DISEÑO: CPA			
a/c: 0.65			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	5.13	w (kg)	3.13
Agua Neta	3.13	W (kg)	30.00
Arena	9.93	S (kg)	8.03
Piedra	11.79	C (gr)	837.85
Aditivo	0.018	D (cm3)	27.9
Micromineral		TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	2.6	2.6
0 h : 20 m	3.5	6.1
0 h : 30 m	4.1	10.2
0 h : 40 m	2.9	13.1
1 h : 10 m	6.8	19.9
1 h : 40 m	6	25.9
2 h : 10 m	2	27.9
2 h : 40 m		27.9
3 h : 10 m		27.9
3 h : 40 m		27.9
EXUDACIÓN (%):		3.33%

DISEÑO: CPA			
a/c: 0.60			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	5.54	w (kg)	3.04
Agua Neta	3.04	W (kg)	30.00
Arena	9.78	S (kg)	8.43
Piedra	11.62	C (gr)	854.27
Aditivo	0.019	D (cm3)	22.1
Micromineral		TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	1.8	1.8
0 h : 20 m	3	4.8
0 h : 30 m	2.3	7.1
0 h : 40 m	2.6	9.7
1 h : 10 m	6.4	16.1
1 h : 40 m	5.4	21.5
2 h : 10 m	0.6	22.1
2 h : 40 m	0	22.1
3 h : 10 m		22.1
3 h : 40 m		22.1
EXUDACIÓN (%):		2.59%

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 5% (CAM5)

DISEÑO: CAM5			
a/c: 0.70			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	4.70	w (kg)	3.02
Agua Neta	3.02	W (kg)	30.00
Arena	10.06	S (kg)	9.05
Piedra	11.96	C (gr)	911.15
Aditivo	0.016	D (cm3)	30.8
Micromineral	0.24	TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	2.4	2.4
0 h : 20 m	3.2	5.6
0 h : 30 m	2.6	8.2
0 h : 40 m	3	11.2
1 h : 10 m	8	19.2
1 h : 40 m	5.7	24.9
2 h : 10 m	3.9	28.8
2 h : 40 m	2	30.8
3 h : 10 m	0	30.8
3 h : 40 m		30.8
EXUDACIÓN (%):		3.38%

DISEÑO: CAM5			
a/c: 0.65			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	5.09	w (kg)	3.11
Agua Neta	3.11	W (kg)	30.00
Arena	9.84	S (kg)	8.01
Piedra	11.69	C (gr)	830.43
Aditivo	0.018	D (cm3)	27.3
Micromineral	0.25	TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	1.7	1.7
0 h : 20 m	2	3.7
0 h : 30 m	2.3	6
0 h : 40 m	2.4	8.4
1 h : 10 m	7.2	15.6
1 h : 40 m	6.6	22.2
2 h : 10 m	3.3	25.5
2 h : 40 m	1.8	27.3
3 h : 10 m	0	27.3
3 h : 40 m		27.3
EXUDACIÓN (%):		3.29%

DISEÑO: CAM5			
a/c: 0.60			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	5.49	w (kg)	3.02
Agua Neta	3.02	W (kg)	30.00
Arena	9.69	S (kg)	8.32
Piedra	11.51	C (gr)	837.57
Aditivo	0.019	D (cm3)	18.9
Micromineral	0.27	TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	0.8	0.8
0 h : 20 m	0.8	1.6
0 h : 30 m	1.7	3.3
0 h : 40 m	1.7	5
1 h : 10 m	6.1	11.1
1 h : 40 m	4	15.1
2 h : 10 m	3	18.1
2 h : 40 m	0.8	18.9
3 h : 10 m	0	18.9
3 h : 40 m		18.9
EXUDACIÓN (%):		2.26%

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 10% (CAM10)

DISEÑO: CAM10			
a/c: 0.70			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	4.66	w (kg)	2.83
Agua Neta	2.83	W (kg)	30.00
Arena	10.14	S (kg)	9.02
Piedra	11.89	C (gr)	850.83
Aditivo	0.016	D (cm3)	21.5
Micromineral	0.466	TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	0	0
0 h : 20 m	4	4
0 h : 30 m	3	7
0 h : 40 m	5	12
1 h : 10 m	5.5	17.5
1 h : 40 m	3	20.5
2 h : 10 m	1	21.5
2 h : 40 m	0	21.5
3 h : 10 m		21.5
3 h : 40 m		21.5
EXUDACIÓN (%):		2.53%

DISEÑO: CAM10			
a/c: 0.65			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	5.04	w (kg)	2.91
Agua Neta	2.91	W (kg)	30.00
Arena	9.91	S (kg)	8.52
Piedra	11.62	C (gr)	826.36
Aditivo	0.018	D (cm3)	20.6
Micromineral	0.505	TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	1	1
0 h : 20 m	2	3
0 h : 30 m	1	4
0 h : 40 m	2	6
1 h : 10 m	5.3	11.3
1 h : 40 m	4.3	15.6
2 h : 10 m	3	18.6
2 h : 40 m	2	20.6
3 h : 10 m	0	20.6
3 h : 40 m		20.6
EXUDACIÓN (%):		2.49%

DISEÑO: CAM10			
a/c: 0.60			
DISEÑO DE MEZCLA		Datos para Exudación	
COMPONENTES	Peso (kg)	VARIABLES	Cantidad
Cemento	5.44	w (kg)	2.82
Agua Neta	2.82	W (kg)	30.00
Arena	9.75	S (kg)	8.24
Piedra	11.43	C (gr)	774.51
Aditivo	0.019	D (cm3)	18.6
Micromineral	0.543	TEMPERATURA 25°C	
TOTAL (tanda)	30.00		

Tiempo	Vol. Parcial (cm3)	Vol. Acumulado (cm3)
0 h : 10 m	2	2
0 h : 20 m	2	4
0 h : 30 m	1.5	5.5
0 h : 40 m	2	7.5
1 h : 10 m	4.1	11.6
1 h : 40 m	3.8	15.4
2 h : 10 m	2	17.4
2 h : 40 m	1.2	18.6
3 h : 10 m	0	18.6
3 h : 40 m		18.6
EXUDACIÓN (%):		2.40%

Valores de Exudación de todos los diseños de mezcla

Relación a/c	Mezcla	Exudación (%)
0.7	CP	5.52%
	CPA	3.38%
	CAM5	3.38%
	CAM10	2.53%
0.65	CP	4.52%
	CPA	3.33%
	CAM5	3.29%
	CAM10	2.49%
0.6	CP	3.41%
	CPA	2.59%
	CAM5	2.26%
	CAM10	2.40%

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

CONCRETO PATRÓN (CP), a/c: 0.70

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.26	82.55	2920	35.37	31.63
	2	10.23	82.15	1480	18.02	
	3	10.21	81.83	2870	35.07	
	4	10.21	81.83	2630	32.14	
	5	10.23	82.15	2740	33.35	
	6	10.19	81.51	2990	36.68	
	7	10.22	81.99	2790	34.03	
	8	10.18	81.27	2430	29.90	
	9	10.17	81.19	2500	30.79	
	10	10.23	82.15	2540	30.92	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.17	81.11	12020	148.19	142.26
	2	10.24	82.23	10300	125.25	
	3	10.18	81.35	10710	131.65	
	4	10.20	81.67	9820	120.24	
	5	10.19	81.43	13000	159.64	
	6	10.20	81.59	14580	178.70	
	7	10.26	82.64	10860	131.42	
	8	10.22	81.99	10330	125.99	
	9	10.19	81.51	10840	132.99	
	10	10.24	82.23	13860	168.55	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.11	80.24	12600	157.04	172.70
	2	10.07	79.60	13680	171.85	
	3	10.25	82.39	14460	175.50	
	4	10.08	79.76	12160	152.46	
	5	10.25	82.47	14520	176.06	
	6	10.21	81.75	10650	130.27	
	7	10.23	82.07	17550	213.84	
	8	10.23	82.07	11580	141.10	
	9	10.20	81.59	15740	192.91	
	10	10.22	81.99	11960	145.87	
	11	10.22	81.99	14460	176.36	
	12	10.29	83.04	20300	244.47	
	13	10.19	81.51	16770	205.74	
	14	10.23	82.07	12910	157.30	
	15	10.21	81.83	13370	163.38	
	16	10.19	81.51	15370	188.56	
	17	10.20	81.67	14350	175.70	
	18	10.18	81.27	15010	184.69	
	19	10.14	80.71	11450	141.86	
	20	10.21	81.75	13310	162.81	
	21	10.17	81.11	14510	178.89	
	22	10.24	82.31	13400	162.79	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.25	82.47	14000	169.75	182.06
	2	10.27	82.80	15200	183.58	
	3	10.12	80.40	12500	155.48	
	4	10.25	82.47	16800	203.70	
	5	10.33	83.69	15200	181.63	
	6	10.26	82.64	13800	167.00	
	7	10.23	82.07	12400	151.09	
	8	10.27	82.72	15000	181.34	
	9	10.19	81.43	14100	173.15	
	10	10.12	80.32	18100	225.36	
	11	10.20	81.67	17200	210.60	

CONCRETO PATRÓN (CP), a/c: 0.65

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.23	82.15	3110	37.86	36.01
	2	10.25	82.39	2980	36.17	
	3	10.25	82.47	2990	36.25	
	4	10.24	82.23	3040	36.97	
	5	10.21	81.75	2700	33.03	
	6	10.26	82.55	3200	38.76	
	7	10.25	82.39	3200	38.84	
	8	10.23	82.15	2910	35.42	
	9	10.22	81.99	3020	36.83	
	10	10.20	81.67	2450	30.00	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.21	81.83	12660	154.71	151.27
	2	10.21	81.75	15850	193.88	
	3	10.18	81.27	11990	147.53	
	4	10.27	82.72	14110	170.58	
	5	10.21	81.75	11080	135.53	
	6	10.26	82.64	13430	162.52	
	7	10.22	81.91	14240	173.85	
	8	10.23	82.07	10090	122.94	
	9	10.23	82.15	9340	113.69	
	10	10.23	82.15	11290	137.43	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.22	81.99	20110	245.27	229.75
	2	10.11	80.16	20700	258.24	
	3	10.25	82.39	21690	263.25	
	4	10.18	81.35	18960	233.06	
	5	10.15	80.87	16270	201.18	
	6	10.09	79.92	18740	234.49	
	7	10.25	82.47	21520	260.93	
	8	10.22	81.99	17230	210.14	
	9	10.20	81.67	24380	298.51	
	10	10.18	81.35	21370	262.69	
	11	10.28	82.96	14000	168.76	
	12	10.12	80.40	22430	279.00	
	13	10.11	80.24	19680	245.27	
	14	10.26	82.55	16440	199.14	
	15	10.28	82.88	15550	187.63	
	16	10.24	82.31	15440	187.58	
	17	10.13	80.47	21100	262.19	
	18	10.09	79.92	16730	209.34	
	19	10.24	82.23	15020	182.65	
	20	10.22	81.91	21770	265.77	
	21	10.27	82.72	16150	195.25	
	22	10.29	83.04	16950	204.12	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.18	81.27	18755	230.77	231.66
	2	10.06	79.44	19723	248.26	
	3	10.22	81.91	17666	215.67	
	4	10.09	79.92	25168	314.92	
	5	10.27	82.80	21780	263.06	
	6	10.22	81.91	15791	192.77	
	7	10.32	83.60	18997	227.22	
	8	10.33	83.77	18453	220.28	
	9	10.26	82.55	18453	223.52	
	10	10.26	82.64	16819	203.53	
	11	10.17	81.11	15912	196.17	
	12	10.22	81.91	19965	243.74	

CONCRETO PATRÓN (CP), a/c: 0.60

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.22	81.91	4430	54.08	62.14
	2	10.22	81.99	4620	56.35	
	3	10.19	81.51	4380	53.73	
	4	10.22	81.99	5860	71.47	
	5	10.19	81.51	5450	66.86	
	6	10.22	81.91	6670	81.43	
	7	10.22	81.99	4530	55.25	
	8	10.22	81.99	5110	62.32	
	9	10.20	81.59	4770	58.46	
	10	10.21	81.83	5030	61.47	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.18	81.27	12250	150.73	167.00
	2	10.19	81.43	12180	149.57	
	3	10.26	82.64	16430	198.83	
	4	10.23	82.15	14380	175.04	
	5	10.23	82.07	16540	201.53	
	6	10.27	82.80	15620	188.66	
	7	10.27	82.80	9930	119.93	
	8	10.21	81.83	16110	196.87	
	9	10.25	82.47	11560	140.17	
	10	10.27	82.80	12310	148.68	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.16	81.03	20849	257.29	247.06
	2	10.12	80.32	21538	268.16	
	3	10.22	81.99	25662	312.99	
	4	10.24	82.23	21809	265.21	
	5	10.22	81.99	20894	254.83	
	6	10.30	83.20	20747	249.36	
	7	10.20	81.59	23967	293.75	
	8	10.24	82.31	19459	236.40	
	9	10.15	80.87	19651	242.98	
	10	10.22	81.99	17978	219.27	
	11	10.11	80.16	17651	220.20	
	12	10.29	83.04	16238	195.55	
	13	10.19	81.51	20623	253.00	
	14	10.13	80.47	17978	223.40	
	15	10.09	79.84	17459	218.67	
	16	10.22	81.99	18589	226.71	
	17	10.27	82.80	17040	205.81	
	18	10.22	81.99	26883	327.87	
	19	10.17	81.11	22679	279.60	
	20	10.12	80.32	20001	249.03	
	21	10.27	82.72	18340	221.72	
	22	10.02	78.74	16814	213.56	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.18	81.27	14098	173.47	249.78
	2	10.24	82.31	17623	214.09	
	3	10.24	82.23	18753	228.05	
	4	10.18	81.27	18953	233.20	
	5	10.22	81.91	22211	271.16	
	6	10.29	83.04	21214	255.47	
	7	10.12	80.32	27265	339.47	
	8	10.21	81.83	19618	239.73	
	9	10.05	79.21	18288	230.88	
	10	10.16	81.03	24273	299.54	
	11	10.24	82.31	21613	262.56	

CONCRETO CON ADITIVO (CPA), a/c: 0.70

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.19	81.51	4940	60.61	65.73
	2	10.22	81.91	4680	57.13	
	3	10.20	81.67	5200	63.67	
	4	10.22	81.99	6550	79.89	
	5	10.23	82.15	5840	71.09	
	6	10.22	81.99	5780	70.49	
	7	10.25	82.39	5280	64.08	
	8	10.22	81.91	5180	63.24	
	9	10.23	82.15	6000	73.03	
	10	10.15	80.87	4370	54.04	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.22	81.91	13640	166.52	165.51
	2	10.24	82.23	11890	144.59	
	3	10.26	82.64	12020	145.46	
	4	10.22	81.91	14430	176.17	
	5	10.24	82.23	12150	147.75	
	6	10.29	83.04	13280	159.93	
	7	10.26	82.55	13970	169.22	
	8	10.23	82.15	13040	158.73	
	9	10.19	81.43	15940	195.75	
	10	10.17	81.19	15510	191.03	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.23	82.15	17810	216.79	225.86
	2	10.24	82.31	17150	208.35	
	3	10.23	82.15	18100	220.32	
	4	10.05	79.29	19640	247.71	
	5	10.22	81.99	19900	242.71	
	6	10.19	81.51	15050	184.64	
	7	10.19	81.51	17940	220.09	
	8	10.19	81.51	21390	262.42	
	9	10.16	81.03	18390	226.95	
	10	10.19	81.51	17720	217.39	
	11	10.21	81.83	16770	204.93	
	12	10.18	81.27	20180	248.30	
	13	10.12	80.40	20060	249.52	
	14	10.29	83.04	21400	257.71	
	15	10.19	81.43	15470	189.98	
	16	10.21	81.83	13360	163.26	
	17	10.23	82.15	19290	234.81	
	18	10.21	81.83	17370	212.27	
	19	10.28	82.88	20930	252.54	
	20	10.24	82.23	17640	214.51	
	21	10.25	82.47	22100	267.96	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.22	81.99	16910	206.24	234.22
	2	10.27	82.72	16580	200.45	
	3	10.26	82.64	17320	209.60	
	4	10.22	81.91	18810	229.64	
	5	10.21	81.83	18790	229.62	
	6	10.22	81.99	21240	259.05	
	7	10.28	82.96	19990	240.97	
	8	10.20	81.59	18900	231.64	
	9	10.22	81.91	19360	236.35	
	10	10.11	80.16	21200	264.48	
	11	10.30	83.20	22330	268.39	

CONCRETO CON ADITIVO (CPA), a/c: 0.65

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.20	81.59	6490	79.54	73.52
	2	10.24	82.23	4490	54.60	
	3	10.23	82.07	6940	84.56	
	4	10.22	81.99	5430	66.23	
	5	10.24	82.23	6480	78.80	
	6	10.35	84.01	5650	67.25	
	7	10.22	81.91	6570	80.21	
	8	10.24	82.31	5800	70.46	
	9	10.20	81.67	6180	75.67	
	10	10.20	81.67	6360	77.87	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.26	82.55	13460	163.04	171.15
	2	10.26	82.55	14080	170.55	
	3	10.24	82.23	13960	169.76	
	4	10.22	81.99	16320	199.04	
	5	10.27	82.72	14350	173.49	
	6	10.25	82.47	13880	168.30	
	7	10.21	81.75	14560	178.10	
	8	10.23	82.07	12720	154.99	
	9	10.24	82.31	14660	178.10	
	10	10.27	82.80	11910	143.85	
	11	10.25	82.47	15130	183.45	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.14	80.71	17970	222.64	262.64
	2	10.35	84.01	21880	260.45	
	3	10.28	82.96	21860	263.51	
	4	10.11	80.16	22260	277.70	
	5	10.23	82.07	19270	234.79	
	6	10.17	81.19	21540	265.30	
	7	10.19	81.43	19270	236.64	
	8	10.25	82.39	22850	277.33	
	9	10.21	81.83	22010	268.97	
	10	10.20	81.67	22510	275.62	
	11	10.15	80.87	23150	286.25	
	12	10.28	82.88	17150	206.93	
	13	10.20	81.67	22860	279.90	
	14	10.24	82.31	22100	268.49	
	15	10.19	81.51	21890	268.55	
	16	10.21	81.83	21660	264.69	
	17	10.25	82.47	23980	290.76	
	18	10.21	81.75	21370	261.40	
	19	10.24	82.23	22330	271.55	
	20	10.19	81.51	20930	256.77	
	21	10.19	81.51	20740	254.44	
	22	10.18	81.35	23210	285.31	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.28	82.96	23280	280.63	264.35
	2	10.29	83.04	20240	243.74	
	3	10.14	80.63	21360	264.90	
	4	10.16	81.03	20630	254.59	
	5	10.23	82.15	25060	305.04	
	6	10.25	82.47	19670	238.50	
	7	10.29	83.12	21750	261.67	
	8	10.22	81.91	19120	233.42	
	9	10.33	83.69	20910	249.86	
	10	10.24	82.31	21810	264.96	
	11	10.17	81.19	25210	310.50	

CONCRETO CON ADITIVO (CPA), a/c: 0.60

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.20	81.67	6050	74.08	77.93
	2	10.22	81.99	5760	70.25	
	3	10.27	82.80	6550	79.11	
	4	10.22	81.91	5910	72.15	
	5	10.24	82.31	7310	88.81	
	6	10.22	81.99	6230	75.98	
	7	10.16	81.03	6390	78.86	
	8	10.24	82.23	6380	77.58	
	9	10.16	81.03	6550	80.83	
	10	10.23	82.15	6710	81.68	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.25	82.39	17540	212.88	218.08
	2	10.23	82.15	19500	237.36	
	3	10.20	81.59	17960	220.12	
	4	10.22	81.99	17620	214.90	
	5	10.15	80.79	21290	263.51	
	6	10.18	81.27	19080	234.77	
	7	10.25	82.39	18660	226.47	
	8	10.17	81.19	15520	191.15	
	9	10.22	81.91	16280	198.75	
	10	10.12	80.32	18210	226.73	
	11	10.20	81.67	14070	172.28	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.30	83.28	23920	287.22	306.12
	2	10.24	82.31	24740	300.56	
	3	10.21	81.75	22210	271.68	
	4	10.10	80.08	25200	314.69	
	5	10.15	80.79	26190	324.16	
	6	10.21	81.75	22130	270.70	
	7	10.16	80.95	25840	319.20	
	8	10.27	82.72	24040	290.63	
	9	10.13	80.47	27810	345.57	
	10	10.20	81.59	26090	319.76	
	11	10.16	81.03	28180	347.76	
	12	10.14	80.63	24640	305.58	
	13	10.31	83.44	25900	310.39	
	14	10.26	82.64	26200	317.06	
	15	10.31	83.36	26810	321.61	
	16	10.29	83.12	24260	291.87	
	17	10.25	82.47	26970	327.01	
	18	10.22	81.99	21410	261.12	
	19	10.30	83.20	22910	275.36	
	20	10.25	82.39	26300	319.20	
	21	10.23	82.07	25230	307.41	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.28	82.96	26000	313.41	306.40
	2	10.31	83.44	25500	305.60	
	3	10.22	81.99	25000	304.91	
	4	10.16	81.03	25100	309.75	
	5	10.12	80.32	25800	321.23	
	6	10.23	82.15	24600	299.44	
	7	10.11	80.24	24200	301.61	
	8	10.20	81.59	25100	307.63	
	9	10.14	80.63	24500	303.84	
	10	10.26	82.55	23100	279.82	
	11	10.24	82.31	26600	323.16	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 5% (CAM5), a/c:
0.70

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.16	81.03	4210	51.95	70.40
	2	10.25	82.39	6190	75.13	
	3	10.18	81.27	4610	56.72	
	4	10.24	82.23	5760	70.04	
	5	10.23	82.15	6360	77.42	
	6	10.19	81.51	5780	70.91	
	7	10.38	84.50	5620	66.51	
	8	10.20	81.59	5600	68.63	
	9	10.15	80.87	5590	69.12	
	10	10.25	82.47	7220	87.54	
	11	10.34	83.85	6740	80.38	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.22	81.91	14000	170.92	175.05
	2	10.27	82.72	13930	168.41	
	3	10.16	81.03	13880	171.29	
	4	10.22	81.99	14800	180.51	
	5	10.22	81.91	13230	161.52	
	6	10.22	81.91	14230	173.72	
	7	10.29	83.04	16140	194.37	
	8	10.28	82.88	15130	182.56	
	9	10.22	81.91	13070	159.56	
	10	10.24	82.31	14670	178.22	
	11	10.20	81.59	15050	184.46	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.21	81.75	20520	251.00	245.86
	2	10.28	82.88	20750	250.37	
	3	10.25	82.39	19750	239.70	
	4	10.24	82.23	20540	249.78	
	5	10.14	80.71	19450	240.98	
	6	10.23	82.07	16700	203.48	
	7	10.27	82.72	20940	253.16	
	8	10.21	81.83	23100	282.29	
	9	10.12	80.40	19150	238.20	
	10	10.26	82.55	20090	243.35	
	11	10.12	80.40	20110	250.14	
	12	10.21	81.75	19860	242.93	
	13	10.16	81.03	17990	222.01	
	14	10.21	81.75	21600	264.22	
	15	10.24	82.23	21230	258.17	
	16	10.31	83.44	21350	255.87	
	17	10.24	82.23	24010	291.98	
	18	10.19	81.43	17980	220.80	
	19	10.22	81.91	18820	229.76	
	20	10.21	81.83	18740	229.01	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.18	81.27	27580	339.36	282.65
	2	10.11	80.16	24240	302.41	
	3	10.25	82.39	20960	254.39	
	4	10.28	82.88	23280	280.90	
	5	10.16	81.03	22980	283.59	
	6	10.23	82.15	24120	293.60	
	7	10.25	82.47	20490	248.44	
	8	10.24	82.23	23730	288.57	
	9	10.25	82.39	22820	276.96	
	10	10.19	81.43	20650	253.59	
	11	10.26	82.55	22380	271.09	
	12	10.25	82.39	22690	275.39	
	13	10.25	82.47	25130	304.70	
	14	10.24	82.23	22330	271.55	
	15	10.23	82.15	24690	300.54	
	16	10.22	81.99	25030	305.27	
	17	10.26	82.64	21070	254.98	
	18	10.26	82.55	25370	307.31	
	19	10.26	82.64	23760	287.53	
	20	10.24	82.23	22010	267.65	
	21	10.25	82.39	26010	315.68	
	22	10.27	82.72	19430	234.90	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL AL 5% (CAM5),a/c:0.65

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.26	82.64	6440	77.93	74.79
	2	10.21	81.75	6710	82.08	
	3	10.20	81.59	6720	82.36	
	4	10.15	80.87	4790	59.23	
	5	10.23	82.07	6370	77.61	
	6	10.23	82.07	5930	72.25	
	7	10.17	81.19	6570	80.92	
	8	10.20	81.59	6240	76.48	
	9	10.22	81.99	5820	70.98	
	10	10.16	81.03	5790	71.45	
	11	10.19	81.43	5810	71.35	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.20	81.59	16550	202.84	210.52
	2	10.25	82.47	16090	195.09	
	3	10.23	82.07	17360	211.52	
	4	10.19	81.43	17780	218.34	
	5	10.23	82.15	17910	218.01	
	6	10.17	81.19	17440	214.80	
	7	10.23	82.07	15530	189.22	
	8	10.21	81.83	17360	212.14	
	9	10.29	83.12	16680	200.68	
	10	10.23	82.07	17890	217.98	
	11	10.24	82.23	19330	235.06	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.27	82.80	22070	266.56	275.04
	2	10.17	81.19	22160	272.93	
	3	10.21	81.83	23060	281.80	
	4	10.21	81.83	22510	275.08	
	5	10.08	79.76	20010	250.87	
	6	10.21	81.83	19740	241.23	
	7	10.24	82.23	21310	259.14	
	8	10.21	81.83	22500	274.95	
	9	10.20	81.59	21320	261.30	
	10	10.11	80.24	21560	268.71	
	11	10.30	83.20	20520	246.64	
	12	10.22	81.99	23260	283.69	
	13	10.24	82.23	24400	296.72	
	14	10.20	81.67	25360	310.51	
	15	10.25	82.39	23900	290.07	
	16	10.24	82.31	21140	256.82	
	17	10.30	83.20	25020	300.72	
	18	10.14	80.71	23260	288.18	
	19	10.18	81.27	25930	319.05	
	20	10.20	81.67	20900	255.90	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.15	80.87	26740	330.64	330.70
	2	10.10	80.00	27290	341.13	
	3	10.12	80.40	27980	348.03	
	4	10.24	82.31	28220	342.84	
	5	10.16	80.95	25320	312.78	
	6	10.31	83.36	28010	336.01	
	7	10.13	80.47	28610	355.52	
	8	10.11	80.16	25780	321.62	
	9	10.13	80.55	24550	304.76	
	10	10.11	80.24	25730	320.68	
	11	10.19	81.43	25280	310.45	
	12	10.26	82.55	26910	325.97	
	13	10.09	79.92	27560	344.85	
	14	10.17	81.19	22720	279.83	
	15	10.22	81.91	22870	279.20	
	16	10.10	80.08	27180	339.42	
	17	10.22	81.99	26720	325.89	
	18	10.22	81.91	28820	351.84	
	19	10.10	80.00	26770	334.63	
	20	10.13	80.47	28260	351.17	
	21	10.11	80.24	29510	367.79	
	22	10.21	81.75	28640	350.33	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL AL 5% (CAM5), a/c: 0.60

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.13	80.55	8190	101.67	99.29
	2	10.11	80.16	8410	104.92	
	3	10.13	80.55	7730	95.96	
	4	10.10	80.00	7150	89.38	
	5	10.24	82.23	9360	113.82	
	6	10.21	81.75	7280	89.05	
	7	10.11	80.16	7240	90.32	
	8	10.15	80.79	8610	106.57	
	9	10.22	81.91	7950	97.06	
	10	10.10	80.08	7780	97.16	
	11	10.02	78.74	8370	106.31	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.18	81.27	19470	239.57	261.81
	2	10.25	82.47	21700	263.11	
	3	10.21	81.75	21180	259.08	
	4	10.21	81.83	22150	270.68	
	5	10.24	82.23	20070	244.06	
	6	10.29	83.12	24750	297.77	
	7	10.23	82.07	22360	272.44	
	8	10.29	83.12	21030	253.01	
	9	10.24	82.31	19400	235.69	
	10	10.28	82.96	22460	270.74	
	11	10.22	81.99	22450	273.81	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.21	81.83	30100	367.83	369.62
	2	10.22	81.99	30530	372.35	
	3	10.06	79.44	31050	390.84	
	4	10.09	79.92	30110	376.75	
	5	10.16	80.95	30490	376.64	
	6	10.13	80.55	28880	358.52	
	7	10.08	79.76	28230	353.93	
	8	10.22	81.91	32670	398.84	
	9	10.12	80.40	29260	363.95	
	10	10.32	83.52	29410	352.12	
	11	10.22	81.99	31820	388.09	
	12	10.31	83.44	29620	354.98	
	13	10.25	82.47	28530	345.93	
	14	10.11	80.16	31490	392.85	
	15	10.22	81.91	29360	358.43	
	16	10.26	82.55	29990	363.27	
	17	10.22	81.99	29390	358.45	
	18	10.24	82.23	31390	381.72	
	19	10.11	80.16	27530	343.45	
	20	10.29	83.04	33090	398.49	
	21	10.16	80.95	29520	364.66	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.24	82.23	32210	391.69	376.08
	2	10.22	81.99	33040	402.97	
	3	10.31	83.36	30590	366.96	
	4	10.32	83.52	33030	395.46	
	5	10.24	82.23	32420	394.25	
	6	10.28	82.96	33020	398.03	
	7	10.25	82.47	32460	393.58	
	8	10.20	81.67	32110	393.16	
	9	10.25	82.47	28960	351.14	
	10	10.21	81.83	31030	379.19	
	11	10.22	81.99	29670	361.86	
	12	10.19	81.51	26640	326.83	
	13	10.24	82.23	32870	399.72	
	14	10.26	82.64	31140	376.84	
	15	10.27	82.80	33210	401.11	
	16	10.22	81.99	29880	364.43	
	17	10.25	82.39	30270	367.38	
	18	10.23	82.15	30260	368.34	
	19	10.17	81.11	28490	351.24	
	20	10.31	83.36	29510	354.00	
	21	10.24	82.23	29280	356.06	
	22	10.23	82.07	31140	379.42	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL AL 10% (CAM10), a/c: 0.70

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.22	81.91	6950	84.85	77.21
	2	10.21	81.75	6060	74.13	
	3	10.09	79.84	5340	66.88	
	4	10.24	82.31	6670	81.03	
	5	10.19	81.51	6150	75.45	
	6	10.18	81.35	5960	73.26	
	7	10.21	81.83	6280	76.74	
	8	10.27	82.80	7300	88.17	
	9	10.20	81.67	6230	76.28	
	10	10.29	83.12	6240	75.07	
	11	10.23	82.07	6360	77.49	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.33	83.69	19440	232.30	232.84
	2	10.25	82.47	18540	224.80	
	3	10.34	83.85	19960	238.05	
	4	10.24	82.23	19154	232.92	
	5	10.12	80.40	16370	203.62	
	6	10.24	82.23	18170	220.96	
	7	10.24	82.31	19320	234.71	
	8	10.17	81.19	19130	235.62	
	9	10.21	81.75	21200	259.32	
	10	10.21	81.75	20010	244.77	
	11	10.10	80.08	18070	225.66	
	12	10.05	79.29	19140	241.40	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.24	82.31	24470	297.28	294.80
	2	10.20	81.59	24840	304.44	
	3	10.20	81.67	24600	301.21	
	4	10.25	82.47	22020	266.99	
	5	10.15	80.79	24860	307.70	
	6	10.25	82.39	21220	257.54	
	7	10.15	80.87	22040	272.53	
	8	10.21	81.83	22360	273.24	
	9	10.21	81.83	24770	302.69	
	10	10.12	80.32	24340	303.05	
	11	10.21	81.83	24530	299.76	
	12	10.27	82.80	24590	296.99	
	13	10.17	81.19	24370	300.15	
	14	10.24	82.31	25190	306.03	
	15	10.12	80.40	22440	279.12	
	16	10.12	80.32	22560	280.89	
	17	10.18	81.27	26480	325.82	
	18	10.08	79.76	22950	287.73	
	19	10.26	82.55	24730	299.56	
	20	10.32	83.52	27830	333.20	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.04	79.05	25450	321.95	328.48
	2	10.21	81.83	27670	338.13	
	3	10.27	82.80	27690	334.44	
	4	10.27	82.80	25800	311.61	
	5	10.24	82.23	25540	310.58	
	6	10.28	82.96	27210	328.00	
	7	10.30	83.20	27090	325.60	
	8	10.16	81.03	25350	312.84	
	9	10.25	82.47	27450	332.83	
	10	10.12	80.32	25670	319.61	
	11	10.19	81.43	26380	323.95	
	12	10.14	80.71	25930	321.26	
	13	10.14	80.63	27750	344.15	
	14	10.20	81.59	25610	313.88	
	15	10.23	82.15	25870	314.90	
	16	10.09	79.92	28230	353.23	
	17	10.11	80.16	28190	351.68	
	18	10.17	81.19	26990	332.42	
	19	10.20	81.67	28360	347.25	
	20	10.15	80.79	26760	331.22	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL AL 10% (CAM10), a/c: 0.65

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.24	82.31	6230	75.69	80.61
	2	10.24	82.31	7240	87.96	
	3	10.26	82.55	6040	73.16	
	4	10.10	80.00	6350	79.38	
	5	10.21	81.83	6190	75.64	
	6	10.11	80.16	7190	89.70	
	7	10.22	81.99	6360	77.57	
	8	10.25	82.47	6620	80.27	
	9	10.25	82.47	6270	76.02	
	10	10.20	81.67	6660	81.55	
	11	10.35	84.01	6520	77.61	
	12	10.26	82.55	7660	92.79	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.27	82.80	21420	258.71	239.85
	2	10.25	82.47	20540	249.05	
	3	10.29	83.12	20030	240.98	
	4	10.25	82.39	19530	237.03	
	5	10.19	81.43	20200	248.06	
	6	10.29	83.04	19900	239.65	
	7	10.15	80.79	17990	222.67	
	8	10.07	79.52	18540	233.14	
	9	10.07	79.60	16710	209.92	
	10	10.24	82.31	20990	255.00	
	11	10.26	82.64	20540	248.56	
	12	10.30	83.20	19590	235.46	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.21	81.75	20850	255.04	308.57
	2	10.16	81.03	25420	313.70	
	3	10.21	81.83	26300	321.39	
	4	10.23	82.15	25540	310.89	
	5	10.18	81.27	26300	323.61	
	6	10.24	82.31	26830	325.95	
	7	10.26	82.64	25820	312.46	
	8	10.15	80.87	24630	304.55	
	9	10.09	79.84	24920	312.12	
	10	10.21	81.75	25990	317.91	
	11	10.24	82.31	24330	295.58	
	12	10.21	81.83	25600	312.84	
	13	10.19	81.51	25210	309.28	
	14	10.25	82.47	25980	315.01	
	15	10.20	81.67	25900	317.12	
	16	10.30	83.28	26410	317.12	
	17	10.27	82.72	24010	290.27	
	18	10.15	80.79	26010	321.93	
	19	10.25	82.47	24570	297.91	
	20	10.20	81.67	24230	296.68	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.27	82.72	29180	352.77	338.63
	2	10.23	82.07	30180	367.72	
	3	10.25	82.39	27750	336.80	
	4	10.10	80.00	27140	339.26	
	5	10.17	81.11	27630	340.64	
	6	10.27	82.72	27290	329.93	
	7	10.23	82.15	28690	349.23	
	8	10.27	82.80	28410	343.13	
	9	10.25	82.47	29520	357.93	
	10	10.12	80.32	27540	342.90	
	11	10.20	81.59	26740	327.73	
	12	10.18	81.35	24920	306.33	
	13	10.22	81.99	29180	355.89	
	14	10.32	83.60	26310	314.70	
	15	10.25	82.47	27040	327.86	
	16	10.25	82.39	26930	326.85	
	17	10.29	83.12	27420	329.89	
	18	10.23	82.07	28930	352.49	
	19	10.26	82.64	28160	340.78	
	20	10.26	82.64	29150	352.76	
	21	10.14	80.71	25470	315.56	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL AL 10% (CAM10), a/c: 0.60

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
1	1	10.19	81.43	9640	118.38	124.02
	2	10.22	81.99	9880	120.50	
	3	10.12	80.40	8260	102.74	
	4	10.23	82.07	10520	128.18	
	5	10.24	82.31	9600	116.63	
	6	10.27	82.80	11620	140.34	
	7	10.13	80.55	9730	120.79	
	8	10.18	81.27	10800	132.89	
	9	10.26	82.55	9220	111.68	
	10	10.12	80.32	10360	128.99	
	11	10.25	82.47	11800	143.08	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
7	1	10.23	82.15	22650	275.71	268.09
	2	10.25	82.47	23320	282.76	
	3	10.18	81.27	22030	271.07	
	4	10.14	80.71	19750	244.69	
	5	10.22	81.91	22870	279.20	
	6	10.17	81.11	19740	243.37	
	7	10.27	82.80	22420	270.79	
	8	10.26	82.64	22000	266.23	
	9	10.23	82.15	21670	263.78	
	10	10.16	81.03	22270	274.83	
	11	10.12	80.32	22210	276.53	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	10.21	81.83	25040	305.99	313.47
	2	10.23	82.15	23770	289.34	
	3	10.14	80.63	25470	315.87	
	4	10.16	81.03	24200	298.65	
	5	10.25	82.47	27120	328.83	
	6	10.16	80.95	25050	309.44	
	7	10.20	81.67	28280	346.27	
	8	10.19	81.43	23640	290.31	
	9	10.23	82.15	23450	285.44	
	10	10.28	82.96	24890	300.03	
	11	10.29	83.12	24790	298.25	
	12	10.23	82.15	25350	308.57	
	13	10.14	80.63	26770	331.99	
	14	10.24	82.31	23300	283.07	
	15	10.25	82.47	25300	306.76	
	16	10.13	80.47	25620	318.36	
	17	10.25	82.39	27400	332.55	
	18	10.24	82.23	26200	318.61	
	19	10.15	80.87	26800	331.39	
	20	10.34	83.85	29280	349.21	
	21	10.26	82.64	27590	333.88	

Edad (días)	Probeta	Diámetro Promedio (cm)	Area Transversal (cm ²)	Carga (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
56	1	10.22	81.99	29250	356.74	354.49
	2	10.20	81.67	28420	347.98	
	3	10.22	81.99	29820	363.69	
	4	10.26	82.64	27550	333.39	
	5	10.16	80.95	29190	360.58	
	6	10.16	80.95	29270	361.57	
	7	10.18	81.35	26780	329.19	
	8	10.19	81.43	30520	374.79	
	9	10.17	81.19	27520	338.95	
	10	10.16	81.03	29830	368.13	
	11	10.29	83.04	27160	327.08	
	12	10.28	82.88	29300	353.54	
	13	10.23	82.15	29410	357.99	
	14	10.26	82.64	28470	344.53	
	15	10.27	82.72	28170	340.56	
	16	10.25	82.39	31550	382.92	
	17	10.25	82.47	30600	371.03	
	18	10.26	82.55	25560	309.61	
	19	10.27	82.80	28580	345.18	
	20	10.08	79.76	31320	392.67	
	21	10.23	82.07	31530	384.17	

Valores de Resistencia a la Compresión según edad

Relación a/c	Mezcla	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)			
		Edad (días)			
		1	7	28	56
0.70	CP	32	142	173	182
	CPA	66	166	226	234
	CAM5	70	175	246	283
	CAM10	77	233	295	328
0.65	CP	36	151	230	232
	CPA	74	171	263	264
	CAM5	75	211	275	331
	CAM10	81	240	309	339
0.60	CP	62	167	247	250
	CPA	78	218	306	306
	CAM5	99	262	370	376
	CAM10	124	268	313	354

RESISTENCIA LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

CONCRETO PATRÓN (CP), a/c:0.70

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.36	10.21	8600	26.34	24.40
	2	20.42	10.29	7100	21.51	
	3	20.71	10.15	8350	25.30	
	4	20.70	10.23	8100	24.35	
	5	20.29	10.12	7900	24.49	

CONCRETO PATRÓN (CP), a/c:0.65

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.60	10.21	9250	28.01	27.52
	2	20.24	10.19	8150	25.16	
	3	20.76	10.23	8900	26.68	
	4	20.48	10.24	10050	30.53	
	5	20.21	10.13	9250	28.77	
	6	20.30	10.20	8450	25.99	

CONCRETO PATRÓN (CP), a/c:0.60

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.41	10.24	9550	29.11	26.60
	2	20.67	10.25	7750	23.29	
	3	20.36	10.15	9850	30.34	
	4	20.34	10.27	8150	24.84	
	5	20.53	10.24	8400	25.44	

CONCRETO CON ADITIVO (CPA), a/c:0.70

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.35	10.31	8750	26.57	24.36
	2	20.88	10.21	7600	22.70	
	3	20.88	10.22	8000	23.87	
	4	20.55	10.22	7400	22.44	
	5	20.77	10.23	8750	26.24	

CONCRETO CON ADITIVO (CPA), a/c:0.65

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.80	10.17	8200	24.68	26.40
	2	20.79	10.16	8750	26.39	
	3	20.78	10.26	8850	26.43	
	4	20.42	10.27	9000	27.33	
	5	20.62	10.23	9000	27.18	

CONCRETO CON ADITIVO (CPA), a/c:0.60

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.67	10.24	9900	29.78	28.59
	2	20.43	10.13	8750	26.92	
	3	20.89	10.31	11750	34.74	
	4	20.73	10.25	8600	25.78	
	5	20.65	10.66	8900	25.74	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 5% (CAM5),
a/c:0.70

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.66	10.20	10950	33.09	29.10
	2	20.66	10.22	10350	31.21	
	3	20.57	10.33	10250	30.73	
	4	20.77	10.23	8250	24.72	
	5	20.42	10.12	8350	25.74	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 5% (CAM5),
a/c:0.65

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.43	10.16	10200	31.28	30.60
	2	20.75	10.22	9250	27.79	
	3	20.90	10.18	11250	33.67	
	4	20.84	10.27	9550	28.41	
	5	20.41	10.19	10400	31.83	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 5% (CAM5),
a/c:0.60

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.23	10.29	12250	37.46	36.98
	2	20.68	10.22	10850	32.68	
	3	20.59	10.28	11750	35.34	
	4	20.55	10.14	13350	40.80	
	5	21.20	10.23	13150	38.60	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 10% (CAM10),
a/c:0.70

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.43	10.12	8500	26.19	28.55
	2	20.41	10.35	8600	25.92	
	3	20.76	10.19	10900	32.80	
	4	20.35	10.36	9150	27.64	
	5	20.71	10.31	10850	32.37	
	6	20.55	10.27	8750	26.40	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 10% (CAM10),
a/c:0.65

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.59	10.20	11100	33.67	35.36
	2	20.77	10.17	11100	33.45	
	3	20.78	10.27	13400	39.99	
	4	20.91	10.23	12850	38.24	
	5	20.71	10.12	9400	28.55	
	6	20.59	10.10	12500	38.27	

CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 10% (CAM10),
a/c:0.60

Edad (días)	Probeta	Altura Promedio (cm)	Diámetro Promedio (cm)	Carga (kg)	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
28	1	20.75	10.14	12450	37.70	36.52
	2	20.63	10.24	12550	37.82	
	3	20.91	10.25	12950	38.47	
	4	20.56	10.28	12500	37.68	
	5	20.89	10.15	10300	30.95	

Valores de la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral a la edad de
28 días

Relación a/c	Mezcla	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)
		Edad (28 días)
0.70	CP	24.4
	CPA	24.4
	CAM5	29.1
	CAM10	28.6
0.65	CP	27.5
	CPA	26.4
	CAM5	30.6
	CAM10	35.4
0.60	CP	26.6
	CPA	28.6
	CAM5	37.0
	CAM10	36.5

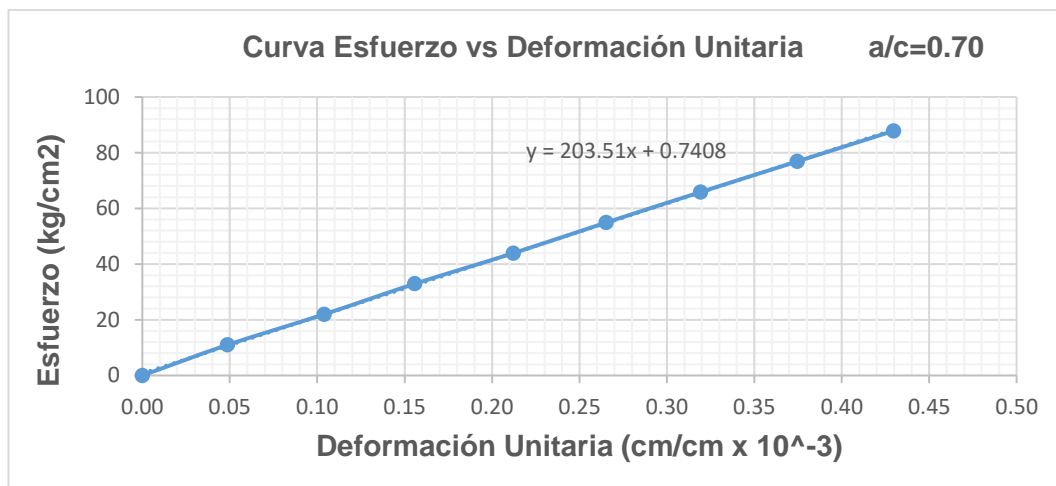
MÓDULO ELÁSTICO

CONCRETO PATRÓN (CP), a/c: 0.70

DISEÑO: CP (56 días)				
a/c: 0.70				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.30	10.19	10.23	10.24
Altura (cm)	20.32	20.57	20.57	20.49
Área (cm ²)	83.32	81.55	82.19	82.36
Carga (kg)	18000	16200	14000	16067
Resistencia (kg/cm ²)	216.03	198.64	170.33	195.00
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	15554	14302	12264	14040

DISEÑO: CP (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.35	15.11	15.23
Altura (cm)	30.8	30.8	30.8
Área (cm ²)	185.06	179.32	182.19
Carga (kg)	41000		
Resistencia (kg/cm ²)	225.04		
40%xf'c (kg/cm ²)	90.02		

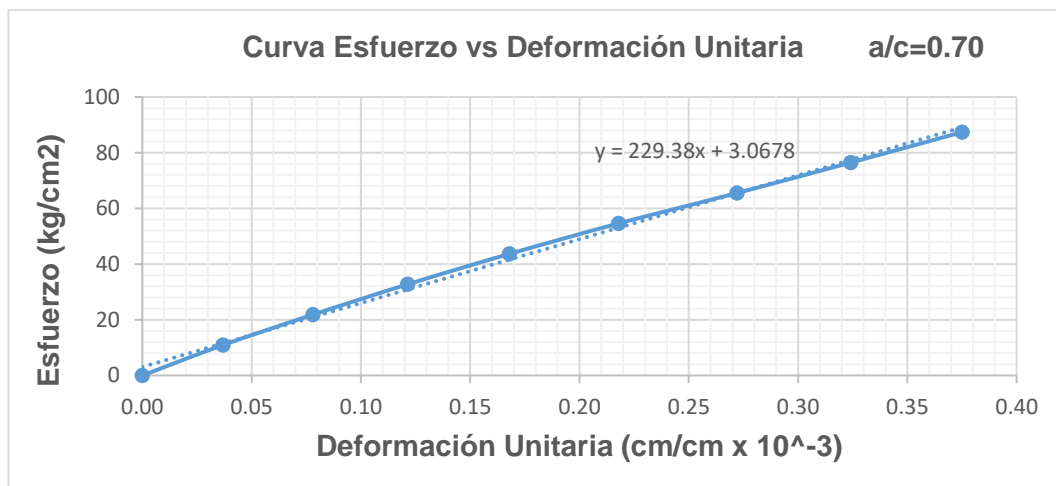
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.007	0.008	0.005	0.00	0.0000
2000	0.017	0.021	0.022	0.020	10.98	0.0487
4000	0.034	0.038	0.039	0.037	21.96	0.1039
6000	0.050	0.054	0.055	0.053	32.93	0.1558
8000	0.067	0.071	0.073	0.070	43.91	0.2121
10000	0.083	0.087	0.090	0.087	54.89	0.2652
12000	0.100	0.105	0.105	0.103	65.87	0.3193
14000	0.118	0.120	0.123	0.120	76.84	0.3745
16000	0.135	0.138	0.139	0.137	87.82	0.4297



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	10.9163
E2 (kg/cm ²)	90.02
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4387
M.E.E (kg/cm ²)	203510

DISEÑO: CP (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.38	15.16	15.27
Altura (cm)	30.7	30.8	30.75
Área (cm ²)	185.78	180.50	183.14
Carga (kg)	40900		
Resistencia (kg/cm ²)	223.32		
40%xf'c (kg/cm ²)	89.33		

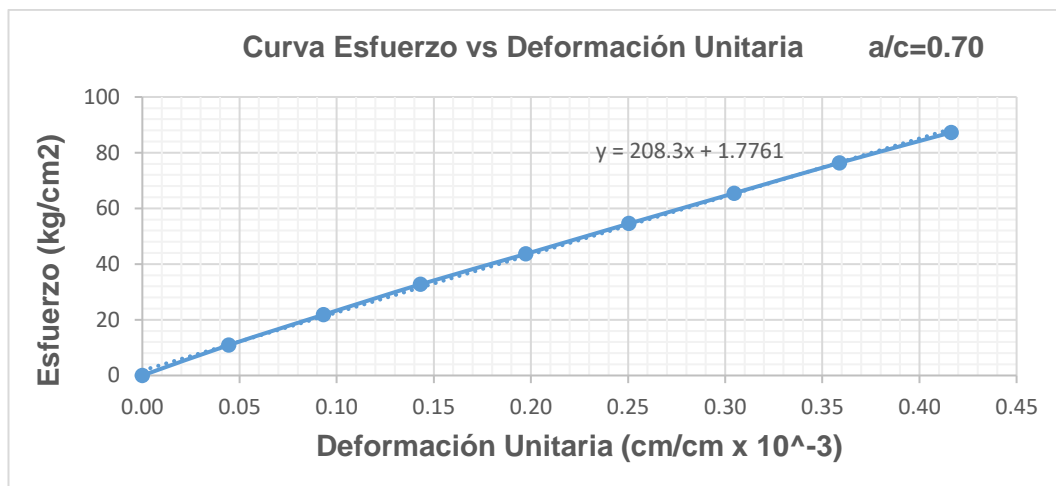
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.010	0.011	0.007	0.00	0.0000
2000	0.013	0.021	0.021	0.018	10.92	0.0369
4000	0.024	0.034	0.035	0.031	21.84	0.0781
6000	0.038	0.046	0.049	0.044	32.76	0.1214
8000	0.053	0.060	0.063	0.059	43.68	0.1680
10000	0.068	0.076	0.078	0.074	54.60	0.2179
12000	0.085	0.092	0.095	0.091	65.52	0.2721
14000	0.103	0.107	0.110	0.107	76.44	0.3241
16000	0.119	0.123	0.125	0.122	87.36	0.3751



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.5368
E2 (kg/cm ²)	89.33
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.3761
M.E.E (kg/cm ²)	229380

DISEÑO: CP (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.39	15.17	15.28
Altura (cm)	30.8	30.7	30.75
Área (cm ²)	186.02	180.74	183.38
Carga (kg)	40200		
Resistencia (kg/cm ²)	219.21		
40%xf'c (kg/cm ²)	87.69		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.005	0.005	0.003	0.00	0.0000
2000	0.014	0.018	0.019	0.017	10.91	0.0444
4000	0.027	0.034	0.035	0.032	21.81	0.0932
6000	0.043	0.049	0.050	0.047	32.72	0.1431
8000	0.059	0.066	0.067	0.064	43.62	0.1973
10000	0.076	0.082	0.083	0.080	54.53	0.2504
12000	0.092	0.099	0.100	0.097	65.44	0.3046
14000	0.110	0.115	0.116	0.114	76.34	0.3588
16000	0.129	0.132	0.133	0.131	87.25	0.4163



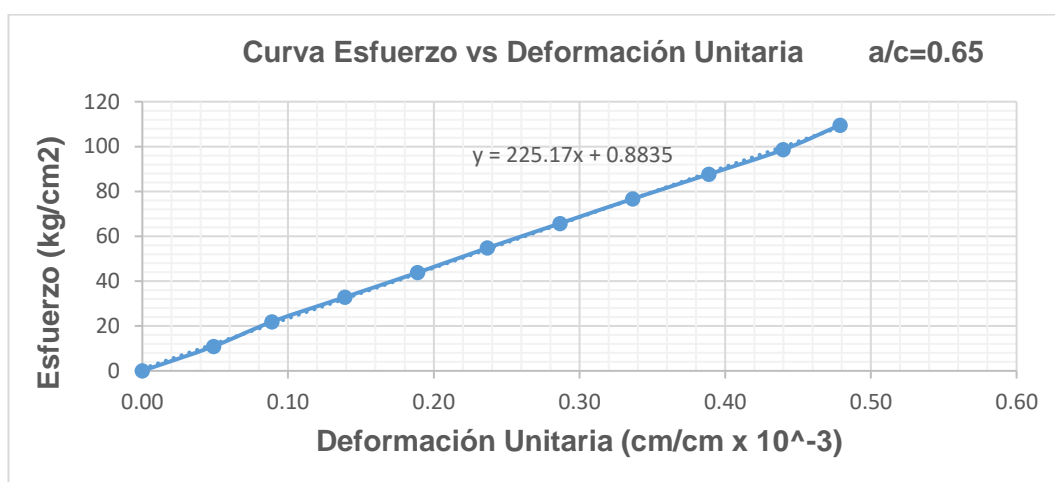
Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	12.1911
E2 (kg/cm ²)	87.69
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4124
M.E.E (kg/cm ²)	208300

CONCRETO PATRÓN (CP), a/c: 0.65

DISEÑO: CP (56 días)				
a/c: 0.65				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.23	10.27	10.28	10.26
Altura (cm)	20.73	20.33	20.31	20.46
Área (cm ²)	82.19	82.84	83.00	82.68
Carga (kg)	21200	21400	22600	21733
Resistencia (kg/cm ²)	257.93	258.33	272.29	262.85
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	18571	18600	19605	18925

DISEÑO: CP (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.36	15.13	15.245
Altura (cm)	30.8	30.6	30.7
Área (cm ²)	185.30	179.79	182.54
Carga (kg)	48000		
Resistencia (kg/cm ²)	262.95		
40%xf'c (kg/cm ²)	105.18		

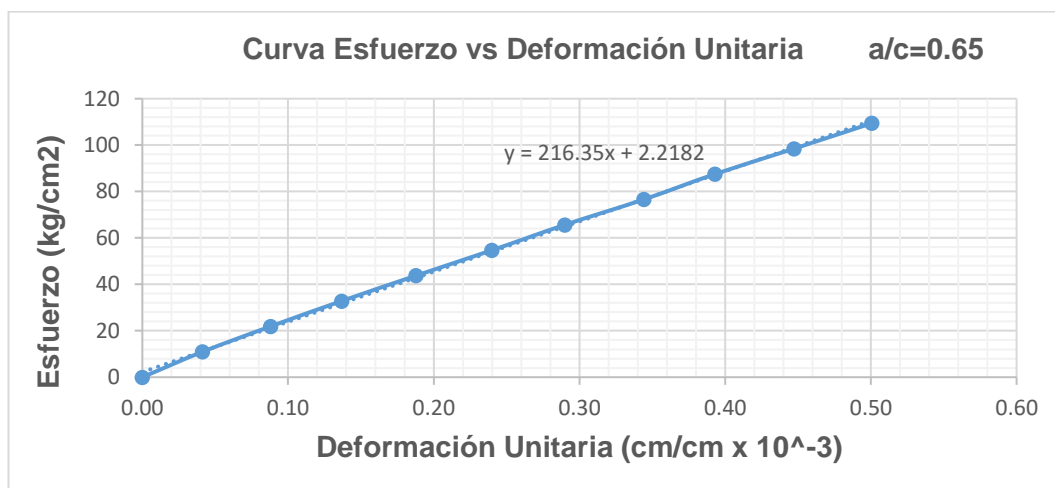
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.008	0.010	0.006	0.00	0.0000
2000	0.020	0.021	0.022	0.021	10.96	0.0489
4000	0.030	0.035	0.035	0.033	21.91	0.0890
6000	0.045	0.049	0.052	0.049	32.87	0.1390
8000	0.059	0.066	0.067	0.064	43.82	0.1889
10000	0.074	0.080	0.082	0.079	54.78	0.2367
12000	0.091	0.095	0.096	0.094	65.74	0.2867
14000	0.107	0.110	0.111	0.109	76.69	0.3366
16000	0.123	0.125	0.128	0.125	87.65	0.3887
18000	0.140	0.141	0.142	0.141	98.61	0.4397
20000	0.152	0.153	0.154	0.153	109.56	0.4788



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	12.142
E2 (kg/cm ²)	105.18
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4632
M.E.E (kg/cm ²)	225170

DISEÑO: CP (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.36	15.15	15.255
Altura (cm)	30.7	30.7	30.7
Área (cm ²)	185.30	180.27	182.78
Carga (kg)	50000		
Resistencia (kg/cm ²)	273.55		
40%xf'c (kg/cm ²)	109.42		

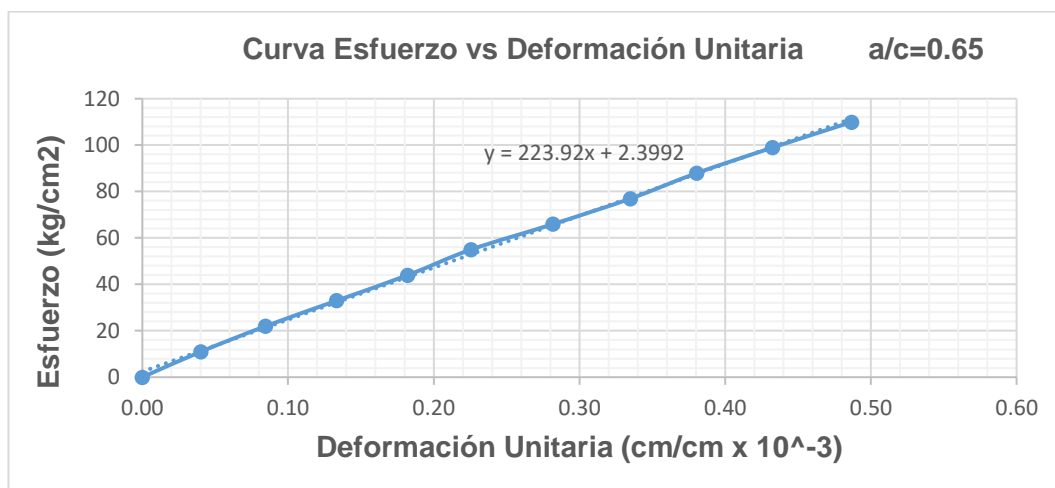
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.002	0.002	0.001	0.00	0.0000
2000	0.012	0.015	0.015	0.014	10.94	0.0413
4000	0.025	0.030	0.030	0.028	21.88	0.0879
6000	0.040	0.045	0.045	0.043	32.83	0.1368
8000	0.055	0.060	0.062	0.059	43.77	0.1878
10000	0.071	0.077	0.077	0.075	54.71	0.2400
12000	0.086	0.092	0.093	0.090	65.65	0.2899
14000	0.103	0.109	0.109	0.107	76.59	0.3442
16000	0.118	0.123	0.125	0.122	87.54	0.3931
18000	0.137	0.139	0.140	0.139	98.48	0.4473
20000	0.152	0.156	0.157	0.155	109.42	0.5005



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.0357
E2 (kg/cm ²)	109.42
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4955
M.E.E (kg/cm ²)	216350

DISEÑO: CP (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.32	15.12	15.22
Altura (cm)	30.7	30.8	30.75
Área (cm ²)	184.33	179.55	181.94
Carga (kg)	48400		
Resistencia (kg/cm ²)	266.02		
40%xf'c (kg/cm ²)	106.41		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.005	0.006	0.004	0.00	0.0000
2000	0.012	0.017	0.019	0.016	10.99	0.0401
4000	0.025	0.031	0.033	0.030	21.98	0.0846
6000	0.040	0.046	0.048	0.045	32.98	0.1333
8000	0.054	0.062	0.063	0.060	43.97	0.1821
10000	0.064	0.077	0.078	0.073	54.96	0.2255
12000	0.086	0.092	0.093	0.090	65.95	0.2818
14000	0.104	0.107	0.109	0.107	76.95	0.3350
16000	0.116	0.123	0.123	0.121	87.94	0.3805
18000	0.133	0.138	0.139	0.137	98.93	0.4325
20000	0.152	0.154	0.154	0.153	109.92	0.4867



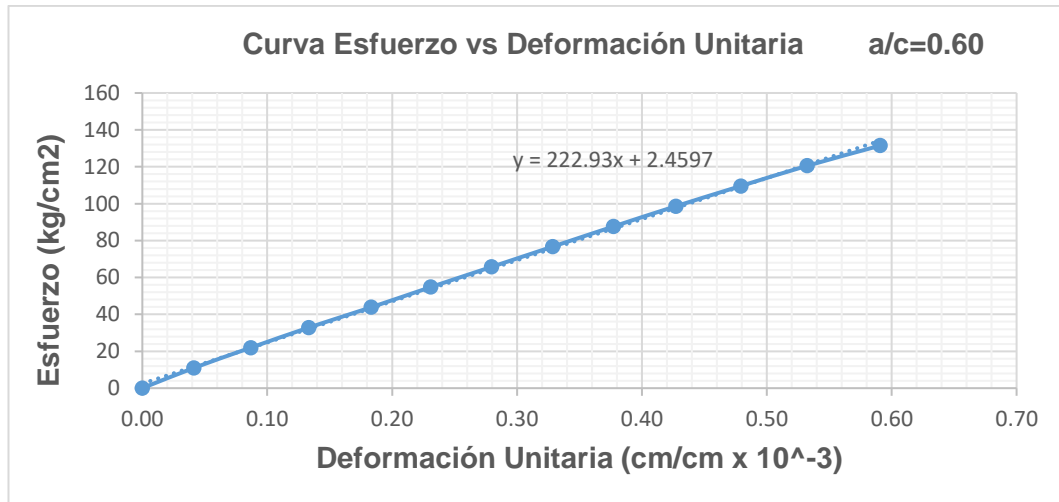
Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.5952
E2 (kg/cm ²)	106.41
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4645
M.E.E (kg/cm ²)	223920

CONCRETO PATRÓN (CP), a/c: 0.60

DISEÑO: CP (56 días)				
a/c: 0.60				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.22	10.21	10.23	10.22
Altura (cm)	20.77	20.87	20.47	20.70
Área (cm ²)	82.03	81.87	82.19	82.03
Carga (kg)	24000	24600	27400	25333
Resistencia (kg/cm ²)	292.56	300.46	333.36	308.79
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	21065	21633	24002	22233

DISEÑO: CP (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.35	15.14	15.245
Altura (cm)	30.7	30.8	30.75
Área (cm ²)	185.06	180.03	182.54
Carga (kg)	58000		
Resistencia (kg/cm ²)	317.73		
40%xf'c (kg/cm ²)	127.09		

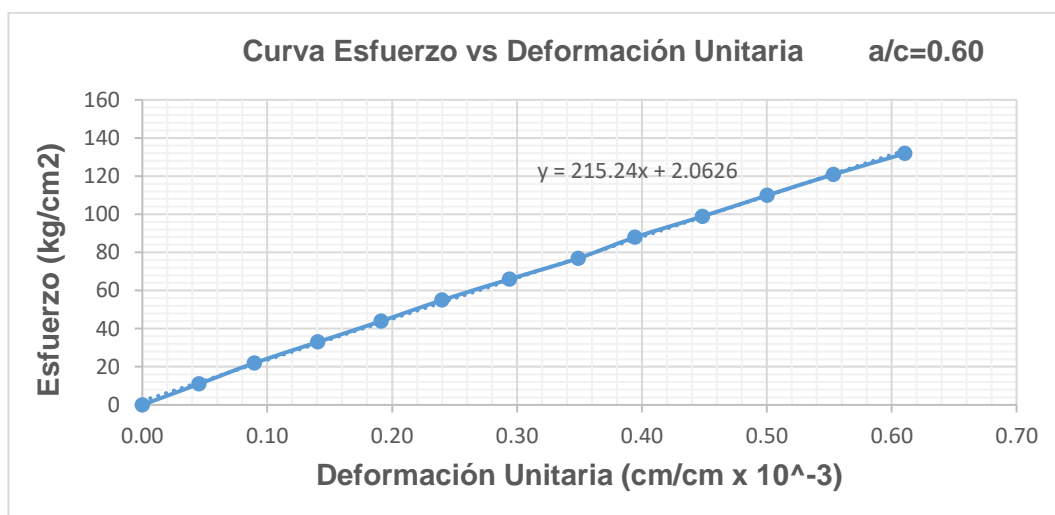
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.005	0.005	0.003	0.00	0.0000
2000	0.012	0.017	0.019	0.016	10.96	0.0412
4000	0.026	0.031	0.033	0.030	21.91	0.0867
6000	0.039	0.046	0.048	0.044	32.87	0.1333
8000	0.053	0.063	0.063	0.060	43.83	0.1832
10000	0.068	0.077	0.078	0.074	54.78	0.2309
12000	0.083	0.092	0.093	0.089	65.74	0.2797
14000	0.097	0.107	0.109	0.104	76.69	0.3285
16000	0.113	0.121	0.124	0.119	87.65	0.3772
18000	0.128	0.137	0.139	0.135	98.61	0.4271
20000	0.146	0.152	0.154	0.151	109.56	0.4791
22000	0.163	0.168	0.170	0.167	120.52	0.5323
24000	0.182	0.186	0.187	0.185	131.48	0.5908



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.6062
E2 (kg/cm ²)	127.09
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5591
M.E.E (kg/cm ²)	222930

DISEÑO: CP (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.33	15.12	15.225
Altura (cm)	30.90	30.80	30.85
Área (cm ²)	184.58	179.55	182.06
Carga (kg)	57400		
Resistencia (kg/cm ²)	315.27		
40%xf'c (kg/cm ²)	126.11		

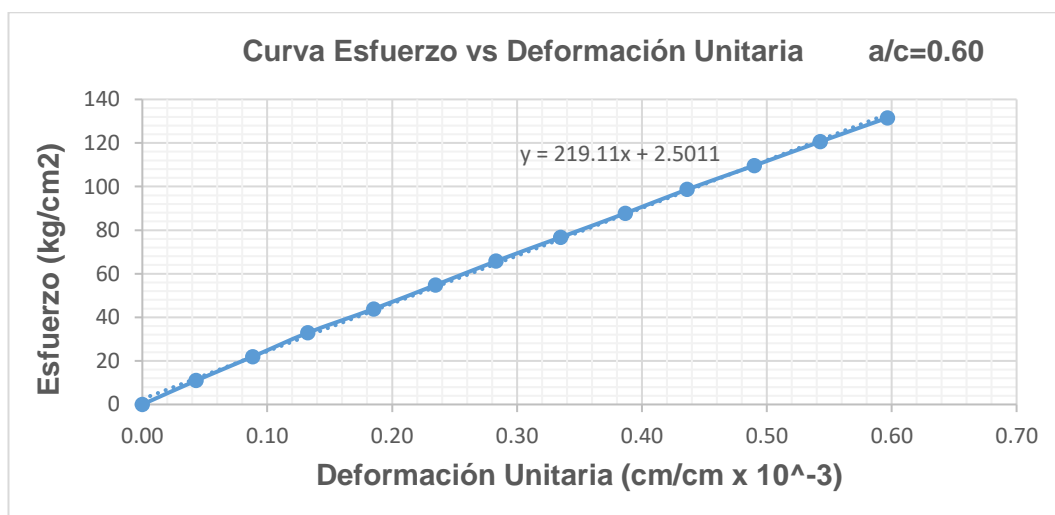
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.007	0.008	0.005	0.00	0.0000
2000	0.015	0.021	0.021	0.019	10.99	0.0454
4000	0.027	0.035	0.036	0.033	21.97	0.0897
6000	0.043	0.050	0.052	0.048	32.96	0.1405
8000	0.058	0.067	0.067	0.064	43.94	0.1913
10000	0.072	0.082	0.083	0.079	54.93	0.2399
12000	0.088	0.099	0.100	0.096	65.91	0.2939
14000	0.105	0.114	0.119	0.113	76.90	0.3490
16000	0.119	0.129	0.132	0.127	87.88	0.3944
18000	0.137	0.146	0.147	0.143	98.87	0.4484
20000	0.153	0.162	0.163	0.159	109.85	0.5003
22000	0.171	0.177	0.179	0.176	120.84	0.5532
24000	0.190	0.195	0.195	0.193	131.82	0.6105



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	12.8246
E2 (kg/cm ²)	126.11
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5763
M.E.E (kg/cm ²)	215240

DISEÑO: CP (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.35	15.13	15.24
Altura (cm)	30.90	31.00	30.95
Área (cm ²)	185.06	179.79	182.42
Carga (kg)	53400		
Resistencia (kg/cm ²)	292.72		
40%xf'c (kg/cm ²)	117.09		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.006	0.006	0.004	0.00	0.0000
2000	0.013	0.019	0.020	0.017	10.96	0.0431
4000	0.025	0.034	0.035	0.031	21.93	0.0883
6000	0.040	0.046	0.049	0.045	32.89	0.1325
8000	0.055	0.063	0.066	0.061	43.85	0.1852
10000	0.069	0.080	0.081	0.077	54.82	0.2348
12000	0.083	0.095	0.097	0.092	65.78	0.2833
14000	0.101	0.109	0.113	0.108	76.74	0.3350
16000	0.118	0.125	0.128	0.124	87.71	0.3867
18000	0.132	0.142	0.143	0.139	98.67	0.4362
20000	0.149	0.158	0.160	0.156	109.63	0.4900
22000	0.167	0.173	0.176	0.172	120.60	0.5428
24000	0.185	0.190	0.191	0.189	131.56	0.5967



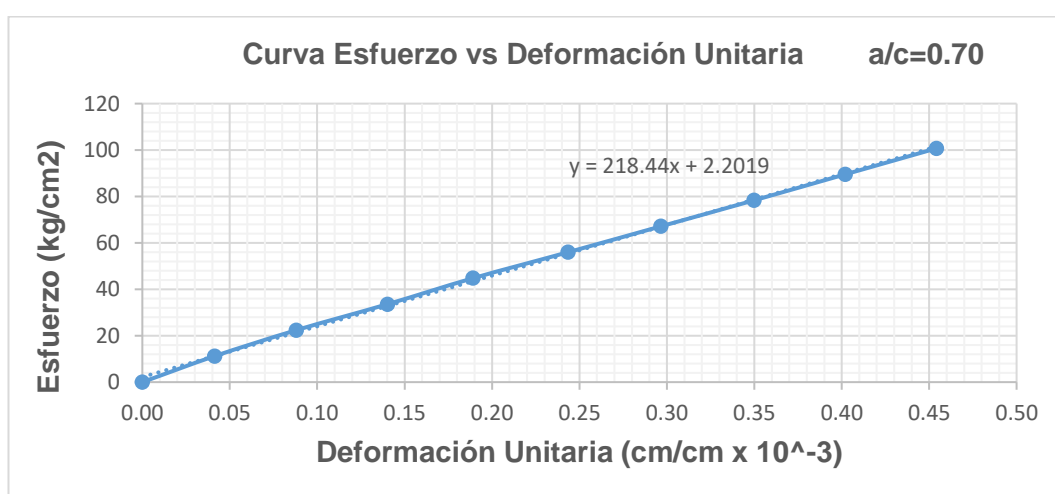
Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.4566
E2 (kg/cm ²)	117.09
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5230
M.E.E (kg/cm ²)	219110

CONCRETO CON ADITIVO (CPA), a/c: 0.70

DISEÑO: CPA (56 días)				
a/c: 0.70				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.16	10.56	10.19	10.30
Altura (cm)	20.81	20.62	20.59	20.67
Área (cm ²)	81.07	87.58	81.55	83.40
Carga (kg)	19600	19200	21000	19933
Resistencia (kg/cm ²)	241.76	219.22	257.50	239.49
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	17406	15784	18540	17244

DISEÑO: CPA (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.08	15.09	15.085
Altura (cm)	30.7	30.66	30.68
Área (cm ²)	178.60	178.84	178.72
Carga (kg)	46800		
Resistencia (kg/cm ²)	261.86		
40%xf'c (kg/cm ²)	104.74		

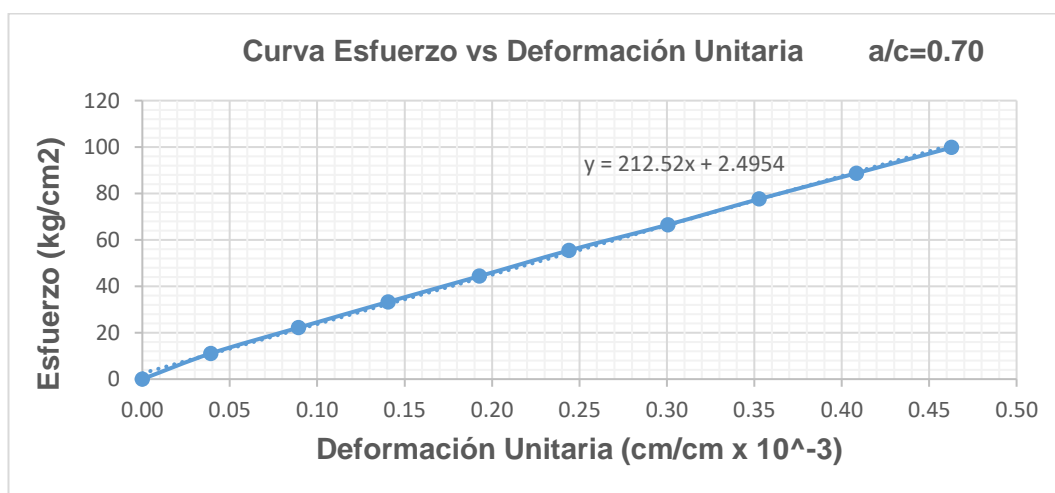
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.007	0.008	0.005	0.00	0.0000
2000	0.013	0.019	0.021	0.018	11.19	0.0413
4000	0.027	0.034	0.035	0.032	22.38	0.0880
6000	0.043	0.048	0.053	0.048	33.57	0.1402
8000	0.058	0.064	0.067	0.063	44.76	0.1891
10000	0.076	0.081	0.082	0.080	55.95	0.2434
12000	0.092	0.097	0.099	0.096	67.14	0.2966
14000	0.109	0.113	0.115	0.112	78.33	0.3499
16000	0.125	0.128	0.132	0.128	89.52	0.4020
18000	0.143	0.143	0.147	0.144	100.71	0.4542



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.1239
E2 (kg/cm ²)	104.74
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4694
M.E.E (kg/cm ²)	218440

DISEÑO: CPA (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.14	15.17	15.155
Altura (cm)	30.64	30.58	30.61
Área (cm ²)	180.03	180.74	180.39
Carga (kg)	44200		
Resistencia (kg/cm ²)	245.03		
40%xf'c (kg/cm ²)	98.01		

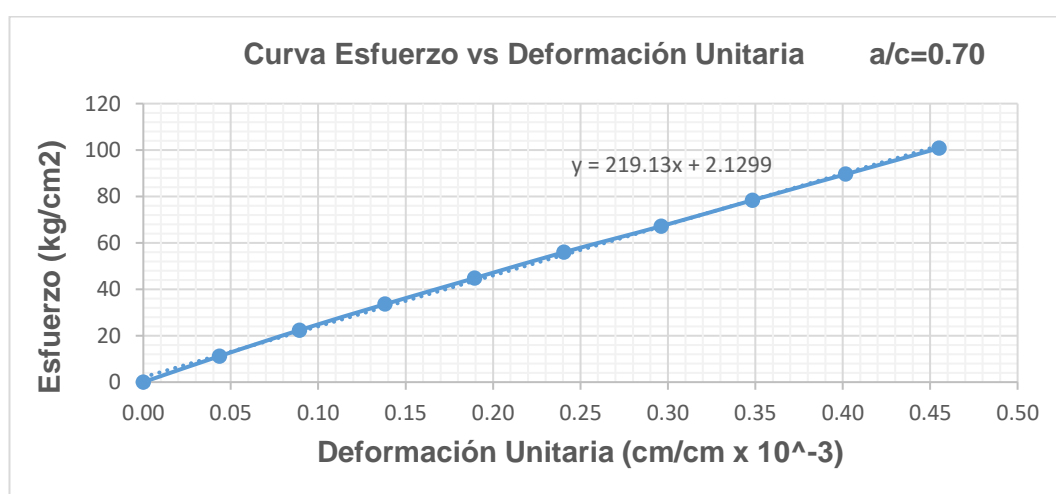
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.002	0.002	0.001	0.00	0.0000
2000	0.012	0.013	0.015	0.013	11.09	0.0392
4000	0.026	0.030	0.030	0.029	22.17	0.0893
6000	0.041	0.046	0.046	0.044	33.26	0.1405
8000	0.058	0.060	0.063	0.060	44.35	0.1927
10000	0.073	0.077	0.078	0.076	55.44	0.2439
12000	0.090	0.095	0.095	0.093	66.52	0.3006
14000	0.106	0.110	0.112	0.109	77.61	0.3528
16000	0.123	0.127	0.129	0.126	88.70	0.4084
18000	0.142	0.143	0.144	0.143	99.79	0.4628



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.1214
E2 (kg/cm ²)	98.01
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4494
M.E.E (kg/cm ²)	212520

DISEÑO: CPA (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.19	14.97	15.08
Altura (cm)	30.58	30.66	30.62
Área (cm ²)	181.22	176.01	178.61
Carga (kg)	45800		
Resistencia (kg/cm ²)	256.42		
40%xf'c (kg/cm ²)	102.57		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.003	0.003	0.002	0.00	0.0000
2000	0.012	0.017	0.017	0.015	11.20	0.0435
4000	0.027	0.030	0.031	0.029	22.39	0.0893
6000	0.041	0.046	0.046	0.044	33.59	0.1383
8000	0.057	0.061	0.062	0.060	44.79	0.1894
10000	0.072	0.077	0.078	0.076	55.99	0.2406
12000	0.090	0.093	0.095	0.093	67.18	0.2961
14000	0.106	0.110	0.110	0.109	78.38	0.3484
16000	0.123	0.125	0.127	0.125	89.58	0.4017
18000	0.140	0.141	0.143	0.141	100.78	0.4550



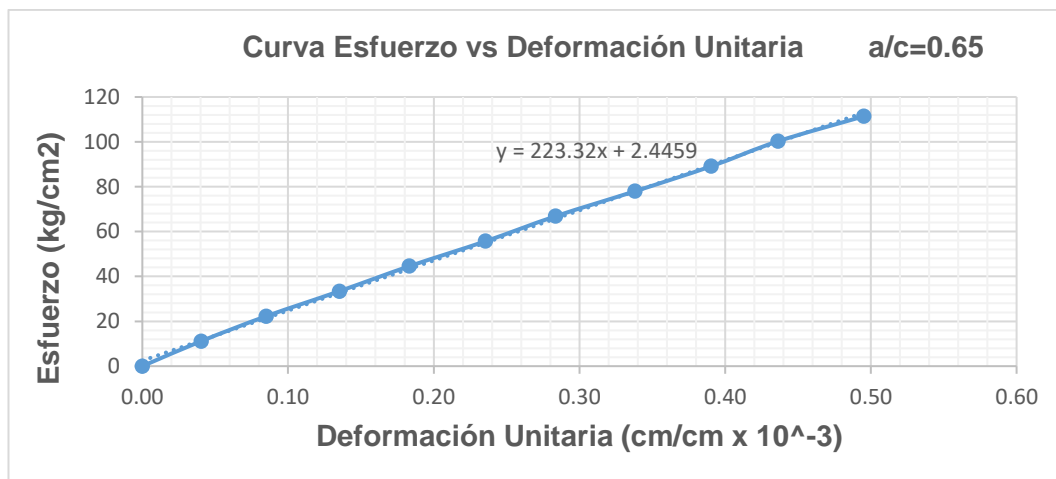
Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.0864
E2 (kg/cm ²)	102.57
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4583
M.E.E (kg/cm ²)	219130

CONCRETO CON ADITIVO (CPA), a/c: 0.65

DISEÑO: CPA (56 días)				
a/c: 0.65				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.19	10.18	10.19	10.19
Altura (cm)	20.31	20.65	20.99	20.65
Área (cm ²)	81.55	81.39	81.55	81.50
Carga (kg)	20600	21500	23000	21700
Resistencia (kg/cm ²)	252.60	264.15	282.03	266.26
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	18187	19019	20306	19171

DISEÑO: CPA (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.12	15.12	15.12
Altura (cm)	30.54	30.59	30.565
Área (cm ²)	179.55	179.55	179.55
Carga (kg)	46600		
Resistencia (kg/cm ²)	259.53		
40%xf'c (kg/cm ²)	103.81		

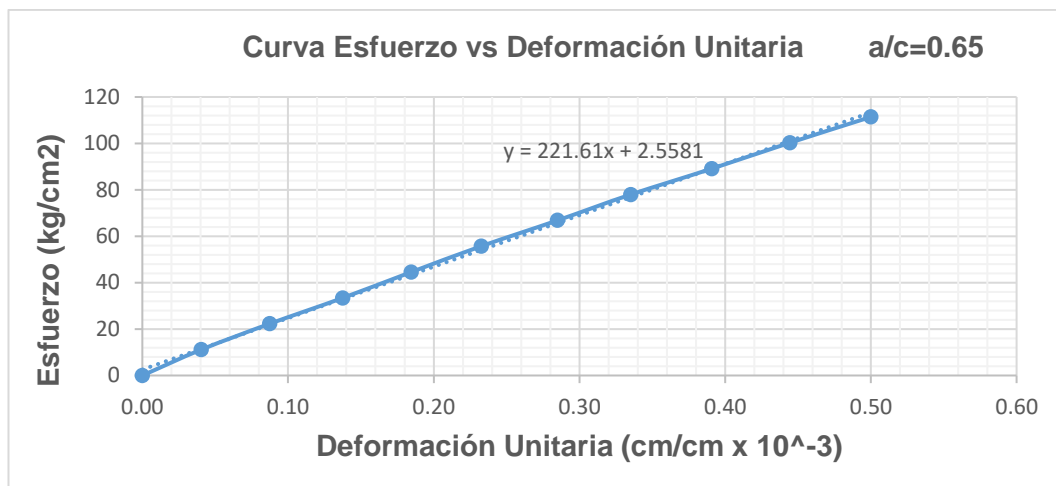
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.006	0.007	0.004	0.00	0.0000
2000	0.012	0.019	0.019	0.017	11.14	0.0404
4000	0.025	0.032	0.034	0.030	22.28	0.0851
6000	0.040	0.048	0.049	0.046	33.42	0.1352
8000	0.055	0.062	0.064	0.060	44.56	0.1832
10000	0.070	0.078	0.081	0.076	55.69	0.2356
12000	0.085	0.093	0.095	0.091	66.83	0.2836
14000	0.101	0.111	0.111	0.108	77.97	0.3381
16000	0.118	0.128	0.125	0.124	89.11	0.3904
18000	0.134	0.139	0.140	0.138	100.25	0.4362
20000	0.153	0.156	0.158	0.156	111.39	0.4951



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.6119
E2 (kg/cm ²)	103.81
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4539
M.E.E (kg/cm ²)	223320

DISEÑO: CPA (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.13	15.11	15.12
Altura (cm)	30.52	30.55	30.535
Área (cm ²)	179.79	179.32	179.55
Carga (kg)	48200		
Resistencia (kg/cm ²)	268.44		
40%xf'c (kg/cm ²)	107.38		

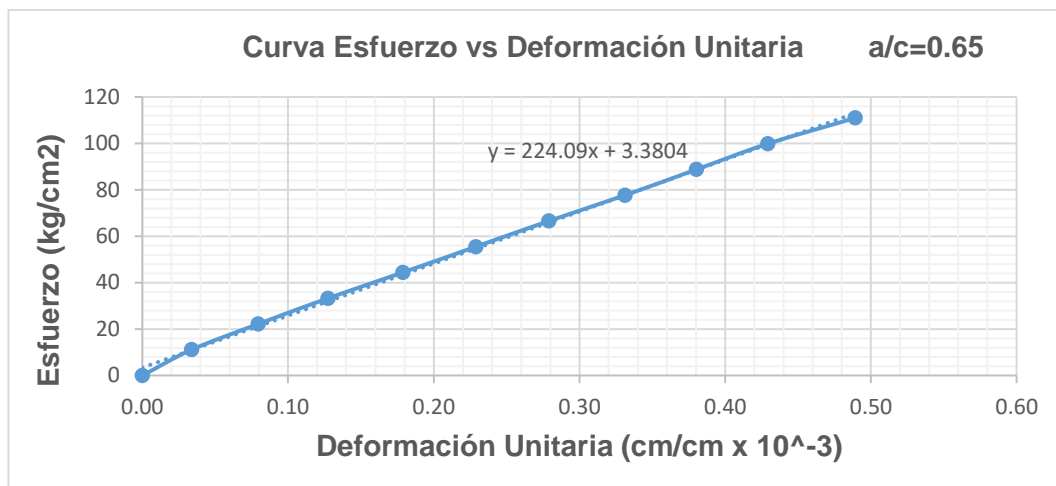
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.003	0.005	0.003	0.00	0.0000
2000	0.012	0.016	0.017	0.015	11.14	0.0404
4000	0.025	0.030	0.033	0.029	22.28	0.0873
6000	0.041	0.045	0.048	0.045	33.42	0.1375
8000	0.052	0.062	0.063	0.059	44.55	0.1845
10000	0.068	0.075	0.078	0.074	55.69	0.2325
12000	0.085	0.091	0.093	0.090	66.83	0.2849
14000	0.100	0.106	0.109	0.105	77.97	0.3351
16000	0.118	0.123	0.125	0.122	89.11	0.3908
18000	0.133	0.139	0.143	0.138	100.25	0.4443
20000	0.153	0.156	0.157	0.155	111.39	0.5000



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.6386
E2 (kg/cm ²)	107.38
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4730
M.E.E (kg/cm ²)	221610

DISEÑO: CPA (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.22	15.08	15.15
Altura (cm)	30.59	30.6	30.595
Área (cm ²)	181.94	178.60	180.27
Carga (kg)	50000		
Resistencia (kg/cm ²)	277.36		
40%xf'c (kg/cm ²)	110.94		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.000	0.001	0.000	0.00	0.0000
2000	0.010	0.011	0.011	0.011	11.09	0.0338
4000	0.022	0.026	0.026	0.025	22.19	0.0795
6000	0.038	0.040	0.040	0.039	33.28	0.1275
8000	0.052	0.056	0.057	0.055	44.38	0.1787
10000	0.068	0.071	0.072	0.070	55.47	0.2288
12000	0.082	0.087	0.088	0.086	66.57	0.2789
14000	0.098	0.102	0.105	0.102	77.66	0.3312
16000	0.114	0.118	0.118	0.117	88.76	0.3802
18000	0.130	0.132	0.133	0.132	99.85	0.4293
20000	0.149	0.150	0.151	0.150	110.94	0.4892



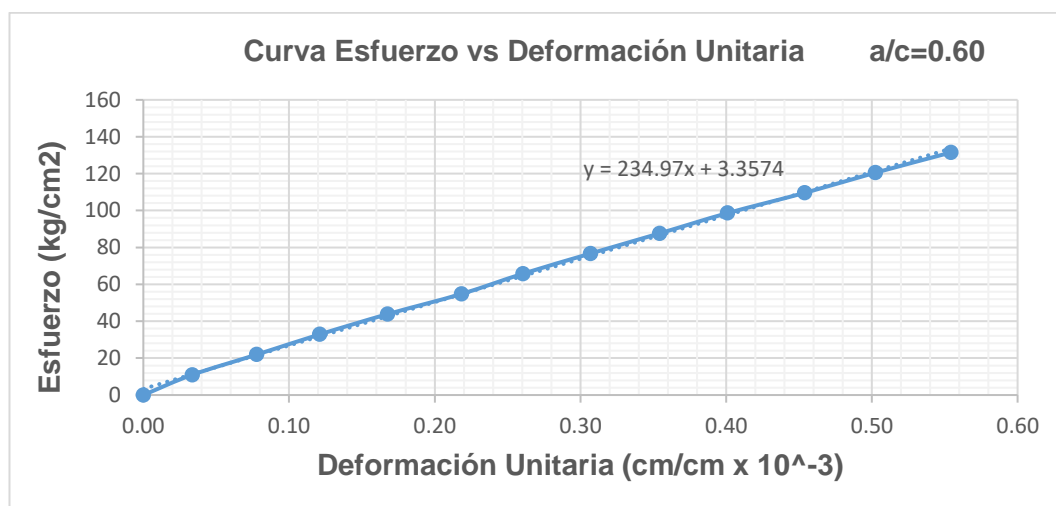
Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.5849
E2 (kg/cm ²)	110.94
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4800
M.E.E (kg/cm ²)	224090

CONCRETO CON ADITIVO (CPA), a/c: 0.60

DISEÑO: CPA (56 días)				
a/c: 0.60				
Resistencia a la compresión (f'c)		Probetas de 10x20 cm		
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.22	10.22	10.21	10.22
Altura (cm)	20.68	20.82	20.57	20.69
Área (cm ²)	82.03	82.03	81.87	81.98
Carga (kg)	24500	24800	27600	25633
Resistencia (kg/cm ²)	298.66	302.32	337.11	312.69
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	21503	21767	24272	22514

DISEÑO: CPA (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.37	15.12	15.245
Altura (cm)	30.9	30.8	30.85
Área (cm ²)	185.54	179.55	182.55
Carga (kg)	56000		
Resistencia (kg/cm ²)	306.77		
40%xf'c (kg/cm ²)	122.71		

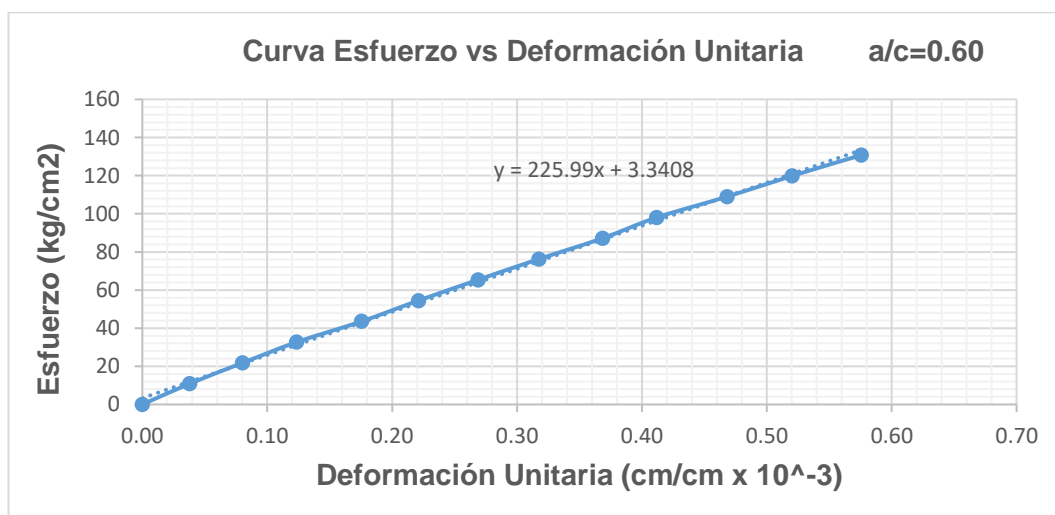
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.006	0.006	0.004	0.00	0.0000
2000	0.011	0.016	0.016	0.014	10.96	0.0335
4000	0.025	0.029	0.030	0.028	21.91	0.0778
6000	0.036	0.044	0.044	0.041	32.87	0.1210
8000	0.050	0.058	0.059	0.056	43.82	0.1675
10000	0.066	0.073	0.075	0.071	54.78	0.2183
12000	0.078	0.087	0.088	0.084	65.74	0.2604
14000	0.093	0.101	0.102	0.099	76.69	0.3069
16000	0.109	0.115	0.116	0.113	87.65	0.3544
18000	0.124	0.129	0.130	0.128	98.60	0.4009
20000	0.139	0.146	0.147	0.144	109.56	0.4538
22000	0.156	0.160	0.161	0.159	120.52	0.5024
24000	0.173	0.175	0.177	0.175	131.47	0.5543



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	15.1059
E2 (kg/cm ²)	122.71
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5079
M.E.E (kg/cm ²)	234970

DISEÑO: CPA (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.38	15.19	15.285
Altura (cm)	30.90	30.60	30.75
Área (cm ²)	185.78	181.22	183.50
Carga (kg)	53200		
Resistencia (kg/cm ²)	289.92		
40%xf'c (kg/cm ²)	115.97		

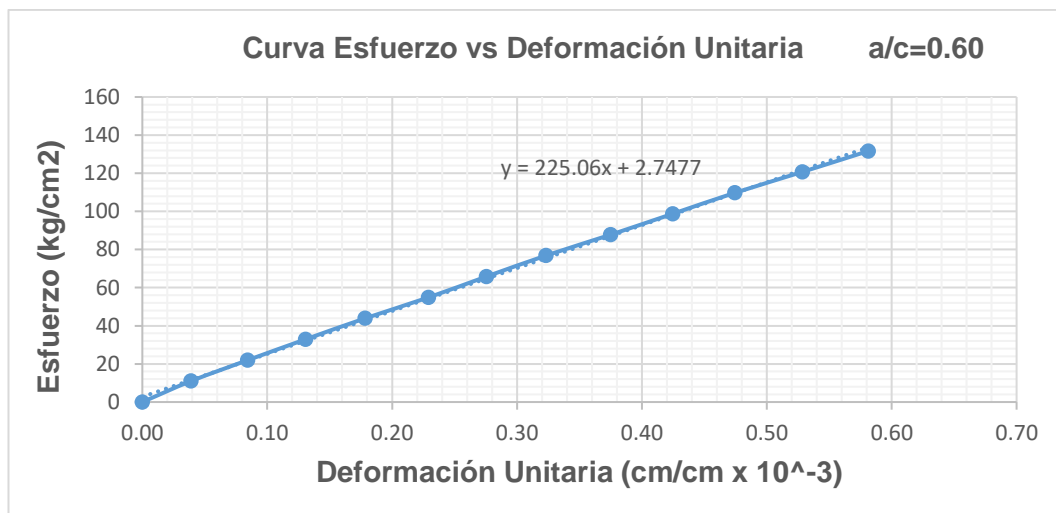
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.005	0.007	0.004	0.00	0.0000
2000	0.011	0.017	0.019	0.016	10.90	0.0379
4000	0.024	0.031	0.031	0.029	21.80	0.0802
6000	0.036	0.044	0.046	0.042	32.70	0.1236
8000	0.052	0.060	0.062	0.058	43.60	0.1756
10000	0.066	0.074	0.076	0.072	54.50	0.2211
12000	0.081	0.088	0.091	0.087	65.39	0.2688
14000	0.095	0.104	0.106	0.102	76.29	0.3176
16000	0.110	0.119	0.123	0.117	87.19	0.3686
18000	0.125	0.133	0.134	0.131	98.09	0.4119
20000	0.144	0.149	0.151	0.148	108.99	0.4683
22000	0.161	0.165	0.166	0.164	119.89	0.5203
24000	0.179	0.181	0.183	0.181	130.79	0.5756



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.6403
E2 (kg/cm ²)	115.97
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4984
M.E.E (kg/cm ²)	225990

DISEÑO: CPA (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.13	15.34	15.235
Altura (cm)	30.90	30.80	30.85
Área (cm ²)	179.79	184.82	182.30
Carga (kg)	51000		
Resistencia (kg/cm ²)	279.75		
40%xf'c (kg/cm ²)	111.90		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.008	0.010	0.006	0.00	0.0000
2000	0.013	0.020	0.021	0.018	10.97	0.0389
4000	0.026	0.034	0.036	0.032	21.94	0.0843
6000	0.040	0.049	0.050	0.046	32.91	0.1307
8000	0.054	0.063	0.066	0.061	43.88	0.1783
10000	0.069	0.080	0.081	0.077	54.85	0.2291
12000	0.085	0.093	0.095	0.091	65.82	0.2755
14000	0.100	0.106	0.111	0.106	76.79	0.3231
16000	0.115	0.124	0.126	0.122	87.77	0.3749
18000	0.132	0.139	0.140	0.137	98.74	0.4246
20000	0.148	0.153	0.156	0.152	109.71	0.4743
22000	0.165	0.171	0.171	0.169	120.68	0.5284
24000	0.184	0.185	0.187	0.185	131.65	0.5813



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.0007
E2 (kg/cm ²)	111.90
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4850
M.E.E (kg/cm ²)	225060

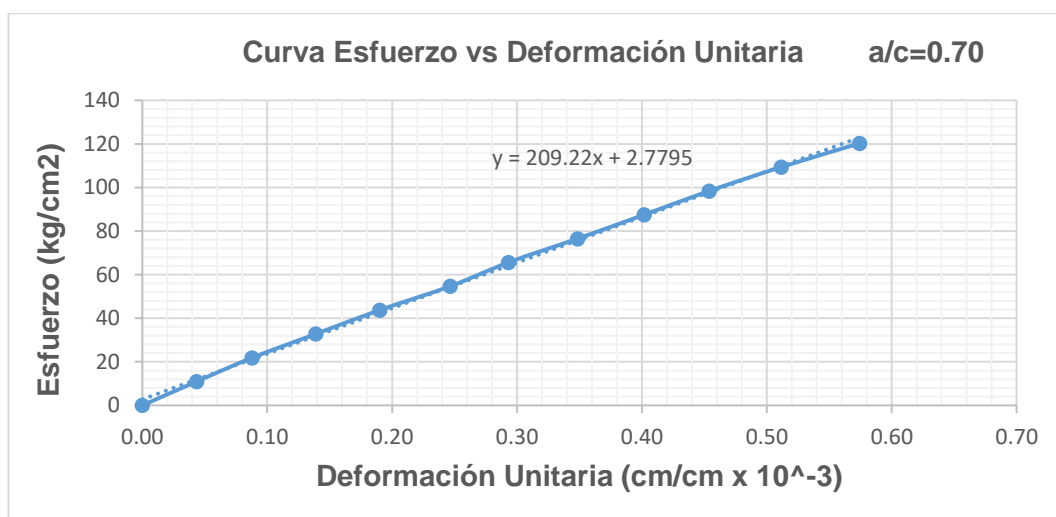
CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 5% (CAM5),

a/c: 0.70

DISEÑO: CAM5 (56 días)				
a/c: 0.70				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.21	10.29	10.21	10.24
Altura (cm)	20.49	20.47	20.71	20.56
Área (cm ²)	81.87	83.16	81.87	82.30
Carga (kg)	22000	24000	23200	23067
Resistencia (kg/cm ²)	268.71	288.60	283.37	280.22
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	19347	20779	20402	20176

DISEÑO: CAM5 (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.39	15.13	15.26
Altura (cm)	30.6	30.8	30.7
Área (cm ²)	186.02	179.79	182.91
Carga (kg)	47200		
Resistencia (kg/cm ²)	258.05		
40%xf'c (kg/cm ²)	103.22		

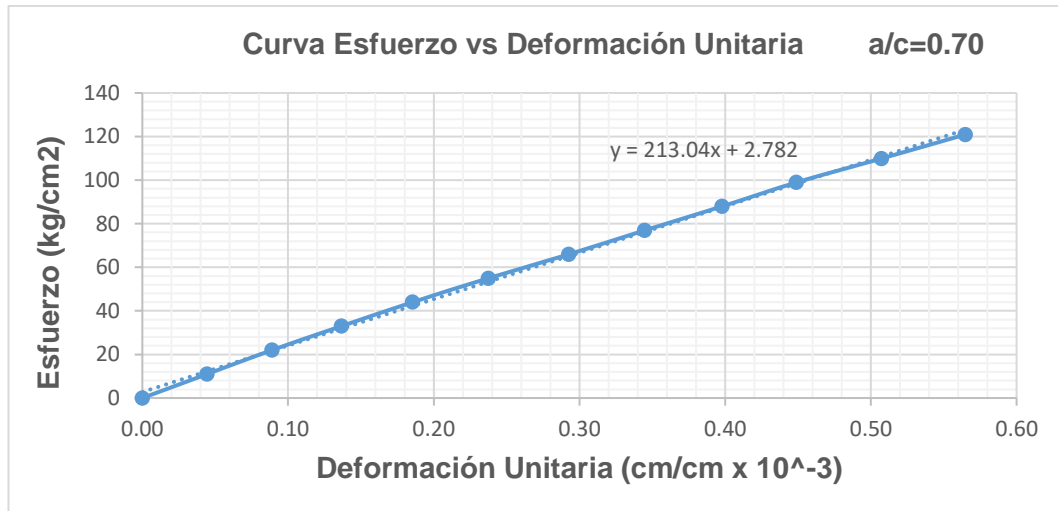
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.002	0.002	0.001	0.00	0.0000
2000	0.012	0.016	0.016	0.015	10.93	0.0434
4000	0.025	0.030	0.030	0.028	21.87	0.0879
6000	0.040	0.046	0.046	0.044	32.80	0.1390
8000	0.054	0.062	0.063	0.060	43.74	0.1900
10000	0.071	0.080	0.080	0.077	54.67	0.2465
12000	0.086	0.093	0.095	0.091	65.61	0.2932
14000	0.102	0.111	0.112	0.108	76.54	0.3485
16000	0.119	0.127	0.128	0.125	87.48	0.4017
18000	0.135	0.143	0.144	0.141	98.41	0.4539
20000	0.154	0.160	0.161	0.158	109.35	0.5114
22000	0.176	0.178	0.179	0.178	120.28	0.5744



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.2405
E2 (kg/cm ²)	103.22
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4801
M.E.E (kg/cm ²)	209220

DISEÑO: CAM5 (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.16	15.28	15.22
Altura (cm)	30.7	30.8	30.75
Área (cm ²)	180.50	183.37	181.94
Carga (kg)	45600		
Resistencia (kg/cm ²)	250.63		
40%xf'c (kg/cm ²)	100.25		

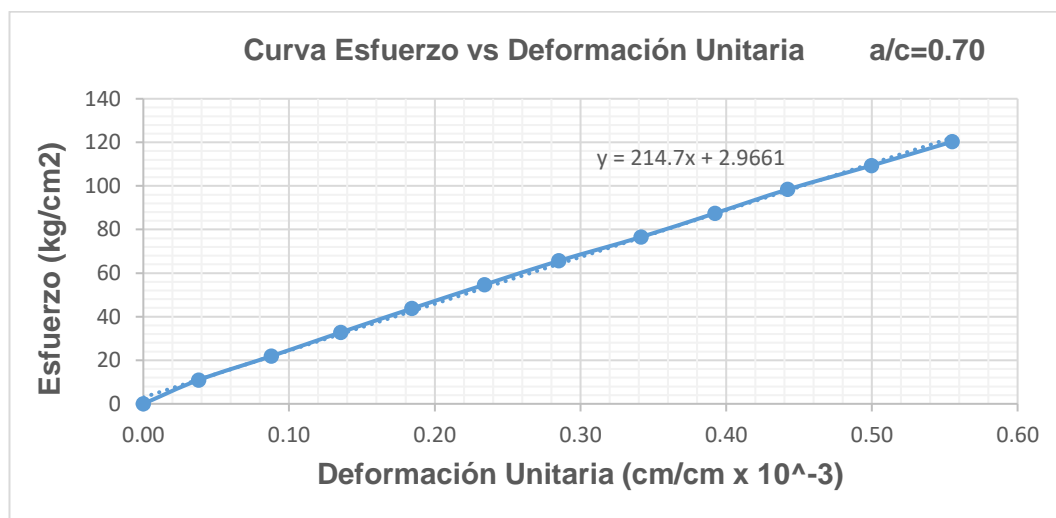
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.002	0.003	0.002	0.00	0.0000
2000	0.015	0.015	0.016	0.015	10.99	0.0444
4000	0.028	0.029	0.030	0.029	21.99	0.0889
6000	0.039	0.044	0.048	0.044	32.98	0.1366
8000	0.054	0.059	0.063	0.059	43.97	0.1854
10000	0.069	0.076	0.079	0.075	54.96	0.2374
12000	0.086	0.093	0.096	0.092	65.96	0.2927
14000	0.102	0.110	0.111	0.108	76.95	0.3447
16000	0.119	0.125	0.128	0.124	87.94	0.3978
18000	0.135	0.140	0.144	0.140	98.93	0.4488
20000	0.154	0.158	0.161	0.158	109.93	0.5073
22000	0.173	0.176	0.177	0.175	120.92	0.5648



Variabes	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.434
E2 (kg/cm ²)	100.25
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4575
M.E.E (kg/cm ²)	213040

DISEÑO: CAM5 (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.16	15.36	15.26
Altura (cm)	30.7	30.8	30.75
Área (cm ²)	180.50	185.30	182.90
Carga (kg)	44400		
Resistencia (kg/cm ²)	242.75		
40%xf'c (kg/cm ²)	97.10		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.007	0.007	0.005	0.00	0.0000
2000	0.013	0.016	0.020	0.016	10.93	0.0379
4000	0.027	0.033	0.035	0.032	21.87	0.0878
6000	0.041	0.048	0.050	0.046	32.80	0.1355
8000	0.057	0.063	0.064	0.061	43.74	0.1843
10000	0.072	0.078	0.080	0.077	54.67	0.2341
12000	0.087	0.093	0.097	0.092	65.61	0.2851
14000	0.104	0.111	0.114	0.110	76.54	0.3415
16000	0.119	0.127	0.130	0.125	87.48	0.3924
18000	0.135	0.143	0.144	0.141	98.41	0.4423
20000	0.154	0.160	0.161	0.158	109.35	0.4997
22000	0.173	0.176	0.177	0.175	120.28	0.5550



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.7011
E2 (kg/cm ²)	97.10
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.4385
M.E.E (kg/cm ²)	214700

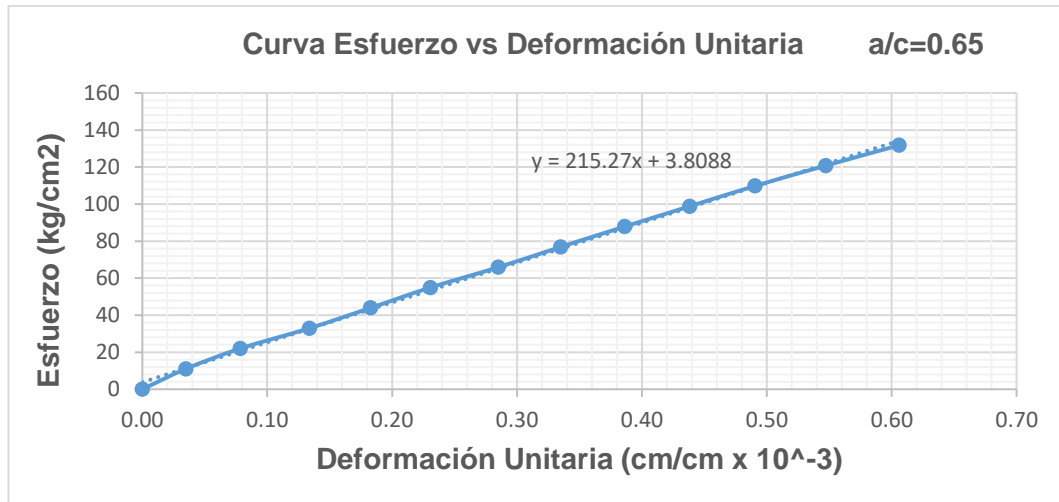
CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 5% (CAM5),

a/c: 0.65

DISEÑO: CAM5 (56 días)				
a/c: 0.65				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.25	10.16	10.21	10.21
Altura (cm)	20.59	20.62	20.32	20.51
Área (cm ²)	82.52	81.07	81.87	81.82
Carga (kg)	25600	25000	25600	25400
Resistencia (kg/cm ²)	310.24	308.36	312.68	310.43
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	22338	22202	22513	22351

DISEÑO: CAM5 (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.15	15.31	15.23
Altura (cm)	30.7	30.6	30.65
Área (cm ²)	180.27	184.09	182.18
Carga (kg)	54400		
Resistencia (kg/cm ²)	298.61		
40%xf'c (kg/cm ²)	119.44		

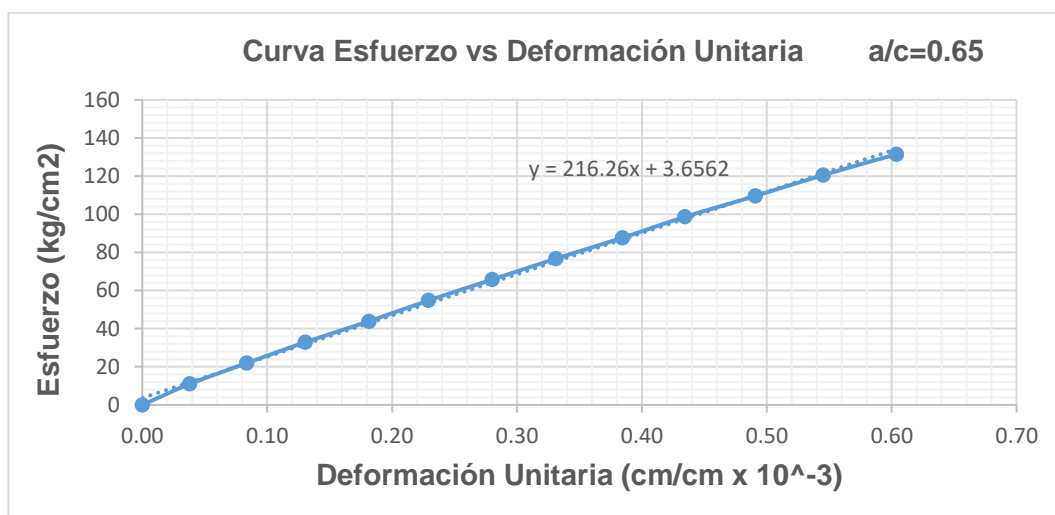
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.001	0.001	0.001	0.00	0.0000
2000	0.010	0.012	0.012	0.011	10.98	0.0348
4000	0.022	0.026	0.026	0.025	21.96	0.0783
6000	0.039	0.043	0.043	0.042	32.93	0.1338
8000	0.054	0.058	0.058	0.057	43.91	0.1827
10000	0.068	0.073	0.073	0.071	54.89	0.2306
12000	0.083	0.090	0.091	0.088	65.87	0.2849
14000	0.099	0.105	0.106	0.103	76.85	0.3350
16000	0.114	0.120	0.123	0.119	87.83	0.3861
18000	0.132	0.135	0.138	0.135	98.80	0.4383
20000	0.148	0.152	0.153	0.151	109.78	0.4905
22000	0.167	0.168	0.170	0.168	120.76	0.5470
24000	0.186	0.186	0.187	0.186	131.74	0.6058



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.5723
E2 (kg/cm ²)	119.44
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5372
M.E.E (kg/cm ²)	215270

DISEÑO: CAM5 (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.35	15.14	15.245
Altura (cm)	30.6	30.8	30.7
Área (cm ²)	185.06	180.03	182.54
Carga (kg)	53000		
Resistencia (kg/cm ²)	290.34		
40%xf'c (kg/cm ²)	116.14		

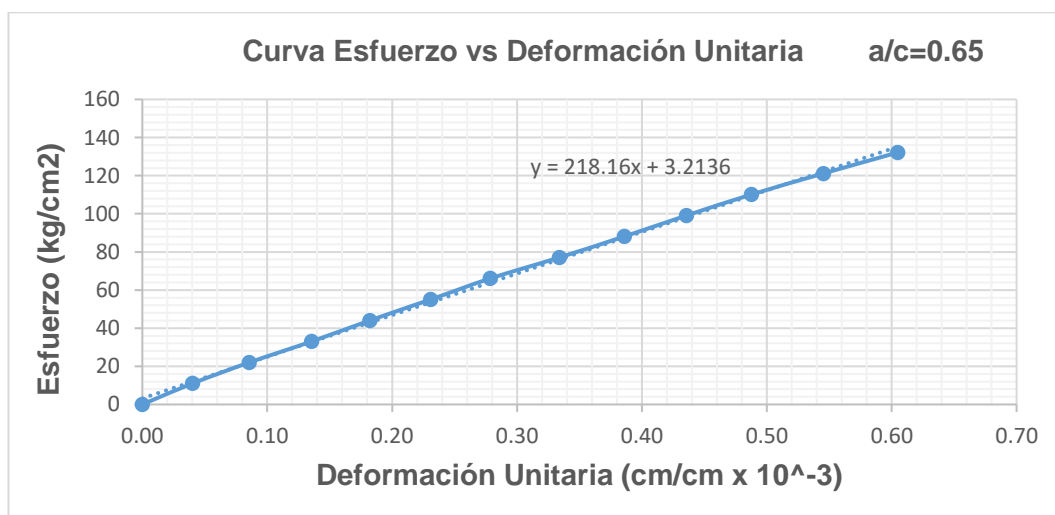
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.007	0.007	0.005	0.00	0.0000
2000	0.012	0.018	0.019	0.016	10.96	0.0380
4000	0.025	0.033	0.033	0.030	21.91	0.0836
6000	0.039	0.047	0.048	0.045	32.87	0.1303
8000	0.054	0.063	0.064	0.060	43.83	0.1813
10000	0.068	0.077	0.080	0.075	54.78	0.2291
12000	0.083	0.093	0.096	0.091	65.74	0.2801
14000	0.100	0.108	0.111	0.106	76.69	0.3312
16000	0.116	0.124	0.128	0.123	87.65	0.3844
18000	0.133	0.139	0.142	0.138	98.61	0.4343
20000	0.151	0.157	0.158	0.155	109.56	0.4908
22000	0.168	0.172	0.176	0.172	120.52	0.5451
24000	0.189	0.190	0.191	0.190	131.48	0.6037



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.4692
E2 (kg/cm ²)	116.14
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5201
M.E.E (kg/cm ²)	216260

DISEÑO: CAM5 (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.32	15.09	15.205
Altura (cm)	30.8	30.7	30.75
Área (cm ²)	184.33	178.84	181.59
Carga (kg)	55600		
Resistencia (kg/cm ²)	306.19		
40%xf'c (kg/cm ²)	122.47		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.007	0.008	0.005	0.00	0.0000
2000	0.012	0.019	0.021	0.017	11.01	0.0401
4000	0.025	0.034	0.035	0.031	22.03	0.0856
6000	0.039	0.049	0.052	0.047	33.04	0.1355
8000	0.054	0.063	0.066	0.061	44.06	0.1821
10000	0.069	0.078	0.081	0.076	55.07	0.2309
12000	0.083	0.093	0.096	0.091	66.08	0.2786
14000	0.099	0.110	0.114	0.108	77.10	0.3339
16000	0.115	0.127	0.129	0.124	88.11	0.3859
18000	0.132	0.141	0.144	0.139	99.13	0.4358
20000	0.148	0.157	0.160	0.155	110.14	0.4878
22000	0.167	0.175	0.176	0.173	121.15	0.5453
24000	0.186	0.193	0.194	0.191	132.17	0.6049



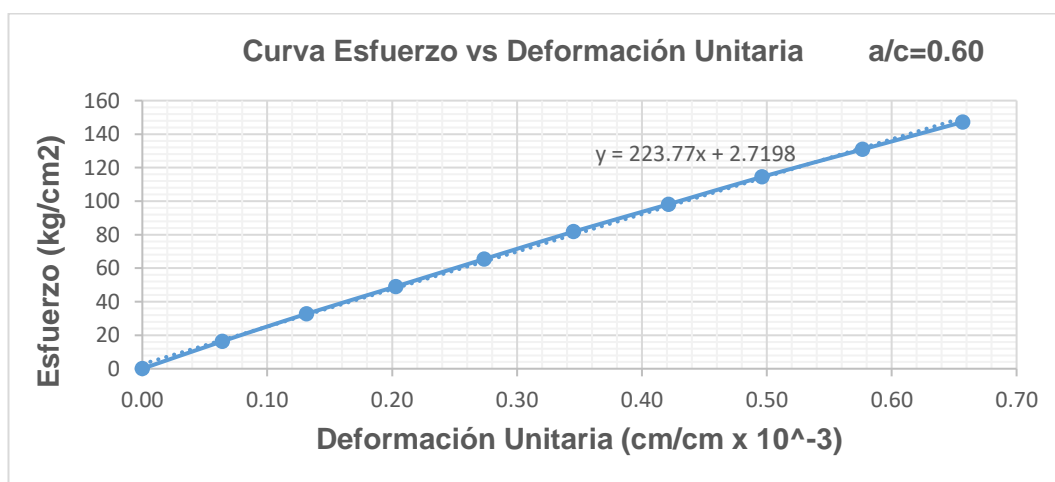
Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.1216
E2 (kg/cm ²)	122.47
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5467
M.E.E (kg/cm ²)	218160

**CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SIO 400 AL 5% (CAM5),
a/c: 0.60**

DISEÑO: CAM5 (56 días)				
a/c: 0.60				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.09	10.20	10.12	10.14
Altura (cm)	20.39	20.63	20.29	20.44
Área (cm ²)	79.96	81.71	80.44	80.70
Carga (kg)	28000	31200	29800	29667
Resistencia (kg/cm ²)	350.18	381.83	370.48	367.49
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	25213	27491	26675	26460

DISEÑO: CAM5 (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.4	15.16	15.28
Altura (cm)	30.6	30.8	30.7
Área (cm ²)	186.27	180.50	183.38
Carga (kg)	63000		
Resistencia (kg/cm ²)	343.54		
40%xf'c (kg/cm ²)	137.42		

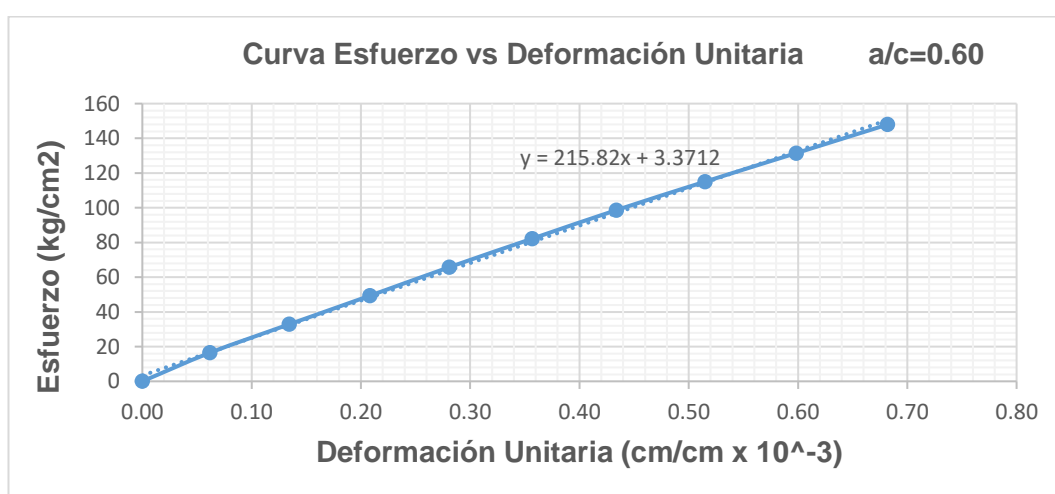
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.002	0.002	0.001	0.00	0.0000
3000	0.019	0.022	0.022	0.021	16.36	0.0641
6000	0.039	0.043	0.043	0.042	32.72	0.1314
9000	0.059	0.066	0.066	0.064	49.08	0.2030
12000	0.081	0.087	0.088	0.085	65.44	0.2736
15000	0.102	0.110	0.110	0.107	81.80	0.3453
18000	0.124	0.134	0.134	0.131	98.15	0.4213
21000	0.148	0.156	0.157	0.154	114.51	0.4962
24000	0.175	0.180	0.180	0.178	130.87	0.5765
27000	0.201	0.204	0.204	0.203	147.23	0.6569



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.9083
E2 (kg/cm ²)	137.42
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.6019
M.E.E (kg/cm ²)	223770

DISEÑO: CAM5 (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.35	15.14	15.245
Altura (cm)	30.80	30.70	30.75
Área (cm ²)	185.06	180.03	182.54
Carga (kg)	62400		
Resistencia (kg/cm ²)	341.84		
40%xf'c (kg/cm ²)	136.73		

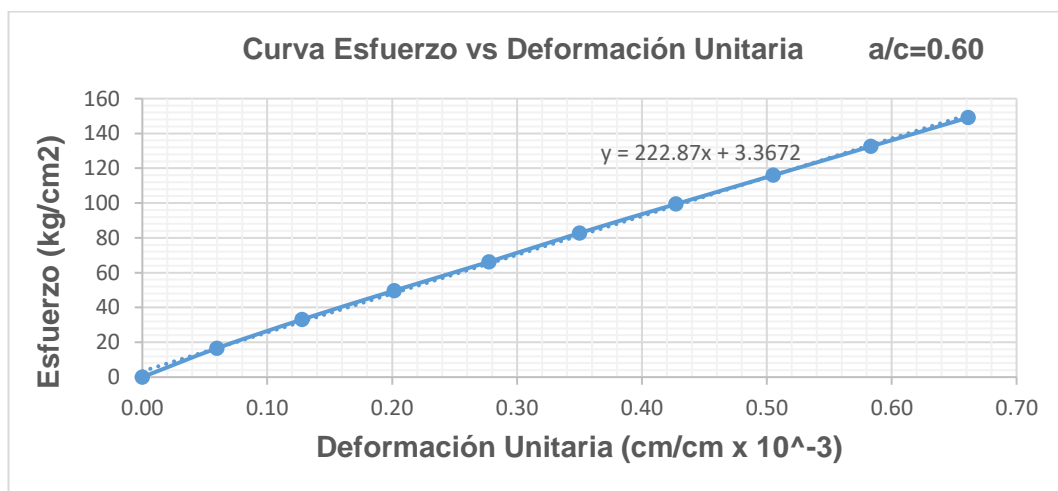
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.006	0.006	0.004	0.00	0.0000
3000	0.017	0.026	0.026	0.023	16.43	0.0618
6000	0.039	0.048	0.049	0.045	32.87	0.1344
9000	0.062	0.071	0.071	0.068	49.30	0.2081
12000	0.083	0.093	0.095	0.090	65.74	0.2808
15000	0.106	0.116	0.119	0.114	82.17	0.3566
18000	0.130	0.140	0.142	0.137	98.61	0.4336
21000	0.156	0.165	0.166	0.162	115.04	0.5149
24000	0.185	0.189	0.190	0.188	131.48	0.5984
27000	0.213	0.214	0.214	0.214	147.91	0.6819



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.1622
E2 (kg/cm ²)	136.73
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.6179
M.E.E (kg/cm ²)	215820

DISEÑO: CAM5 (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.27	15.1	15.185
Altura (cm)	30.70	30.80	30.75
Área (cm ²)	183.13	179.08	181.11
Carga (kg)	61500		
Resistencia (kg/cm ²)	339.58		
40%xf'c (kg/cm ²)	135.83		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.003	0.007	0.003	0.00	0.0000
3000	0.017	0.024	0.024	0.022	16.56	0.0596
6000	0.038	0.045	0.045	0.043	33.13	0.1279
9000	0.059	0.068	0.069	0.065	49.69	0.2016
12000	0.081	0.092	0.093	0.089	66.26	0.2775
15000	0.104	0.114	0.115	0.111	82.82	0.3501
18000	0.127	0.138	0.139	0.135	99.39	0.4271
21000	0.153	0.161	0.162	0.159	115.95	0.5052
24000	0.179	0.184	0.185	0.183	132.52	0.5832
27000	0.205	0.207	0.208	0.207	149.08	0.6613



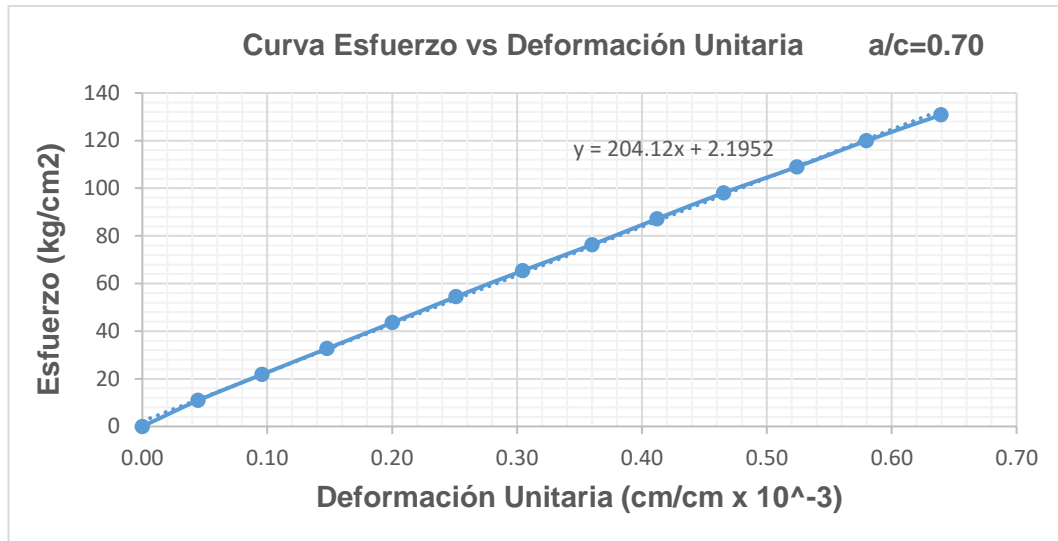
Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.5107
E2 (kg/cm ²)	135.83
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5944
M.E.E (kg/cm ²)	222870

**CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 10% (CAM10),
a/c: 0.70**

DISEÑO: CAM10 (56 días)				
a/c: 0.70				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.22	10.31	10.23	10.25
Altura (cm)	20.72	20.37	20.91	20.67
Área (cm ²)	82.03	83.48	82.19	82.57
Carga (kg)	26800	24600	26000	25800
Resistencia (kg/cm ²)	326.70	294.66	316.32	312.56
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	23522	21216	22775	22504

DISEÑO: CAM10 (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.4	15.17	15.285
Altura (cm)	30.7	30.6	30.65
Área (cm ²)	186.27	180.74	183.50
Carga (kg)	49400		
Resistencia (kg/cm ²)	269.20		
40%xf'c (kg/cm ²)	107.68		

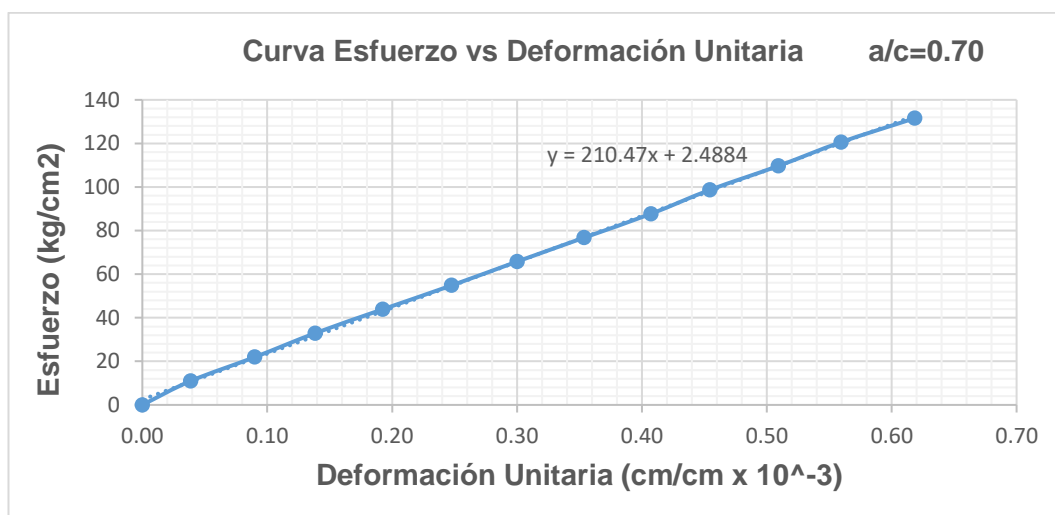
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.007	0.008	0.005	0.00	0.0000
2000	0.014	0.020	0.022	0.019	10.90	0.0446
4000	0.029	0.036	0.038	0.034	21.80	0.0957
6000	0.043	0.053	0.055	0.050	32.70	0.1479
8000	0.058	0.069	0.072	0.066	43.60	0.2001
10000	0.074	0.085	0.087	0.082	54.49	0.2512
12000	0.090	0.100	0.105	0.098	65.39	0.3045
14000	0.107	0.118	0.121	0.115	76.29	0.3600
16000	0.123	0.134	0.137	0.131	87.19	0.4122
18000	0.140	0.149	0.154	0.148	98.09	0.4655
20000	0.160	0.167	0.170	0.166	108.99	0.5242
22000	0.178	0.184	0.186	0.183	119.89	0.5797
24000	0.199	0.201	0.203	0.201	130.79	0.6395



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	12.4012
E2 (kg/cm ²)	107.68
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5168
M.E.E (kg/cm ²)	204120

DISEÑO: CAM10 (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.33	15.15	15.24
Altura (cm)	31.2	31	31.1
Área (cm ²)	184.58	180.27	182.42
Carga (kg)	53400		
Resistencia (kg/cm ²)	292.73		
40%xf'c (kg/cm ²)	117.09		

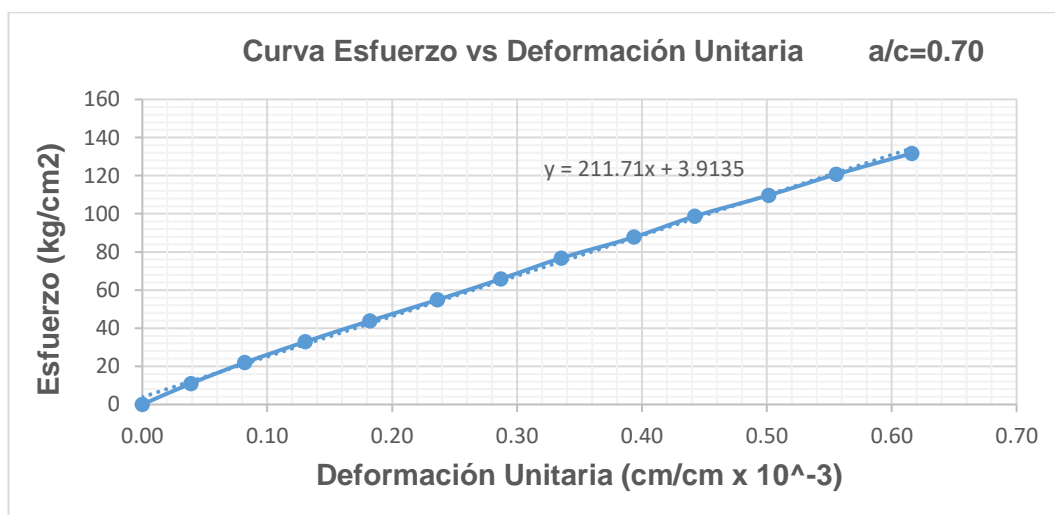
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.001	0.001	0.001	0.00	0.0000
2000	0.012	0.013	0.013	0.013	10.96	0.0386
4000	0.027	0.029	0.030	0.029	21.93	0.0900
6000	0.043	0.044	0.044	0.044	32.89	0.1383
8000	0.059	0.060	0.062	0.061	43.85	0.1924
10000	0.077	0.078	0.078	0.078	54.82	0.2476
12000	0.092	0.095	0.095	0.094	65.78	0.3001
14000	0.110	0.110	0.112	0.111	76.75	0.3537
16000	0.126	0.128	0.128	0.127	87.71	0.4073
18000	0.141	0.142	0.143	0.142	98.67	0.4544
20000	0.158	0.158	0.161	0.159	109.64	0.5091
22000	0.173	0.175	0.176	0.175	120.60	0.5595
24000	0.192	0.193	0.194	0.193	131.56	0.6184



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.0119
E2 (kg/cm ²)	117.09
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5445
M.E.E (kg/cm ²)	210470

DISEÑO: CAM10 (56 días)			
a/c: 0.70			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.34	15.13	15.235
Altura (cm)	31	30.8	30.9
Área (cm ²)	184.82	179.79	182.30
Carga (kg)	53400		
Resistencia (kg/cm ²)	292.92		
40%xf'c (kg/cm ²)	117.17		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.005	0.005	0.003	0.00	0.0000
2000	0.010	0.017	0.019	0.015	10.97	0.0388
4000	0.024	0.031	0.031	0.029	21.94	0.0820
6000	0.039	0.046	0.046	0.044	32.91	0.1305
8000	0.053	0.063	0.063	0.060	43.88	0.1823
10000	0.068	0.080	0.081	0.076	54.85	0.2362
12000	0.085	0.095	0.096	0.092	65.82	0.2870
14000	0.100	0.110	0.111	0.107	76.79	0.3355
16000	0.119	0.128	0.128	0.125	87.77	0.3937
18000	0.135	0.142	0.143	0.140	98.74	0.4423
20000	0.154	0.160	0.161	0.158	109.71	0.5016
22000	0.173	0.176	0.176	0.175	120.68	0.5556
24000	0.193	0.194	0.194	0.194	131.65	0.6160



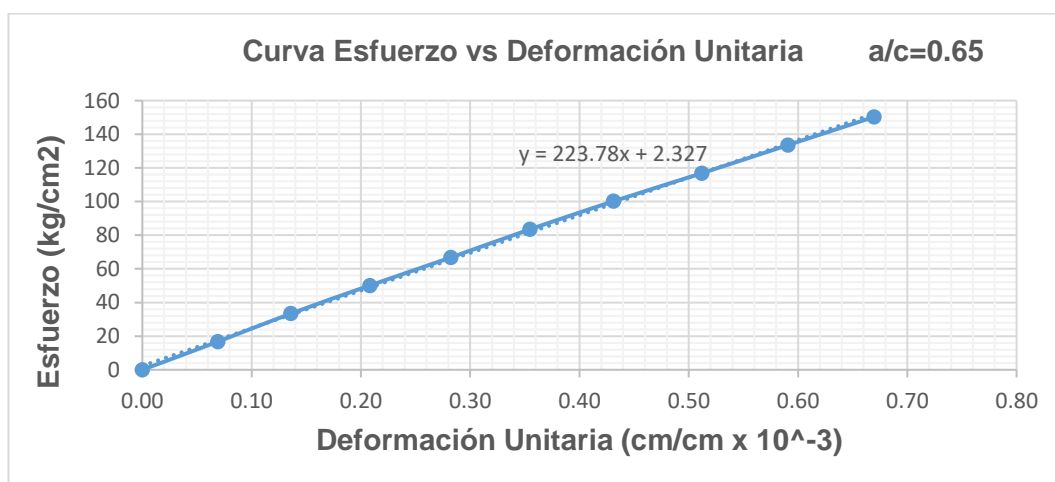
Variabes	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.499
E2 (kg/cm ²)	117.17
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5349
M.E.E (kg/cm ²)	211710

**CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 10% (CAM10),
a/c: 0.65**

DISEÑO: CAM10 (56 días)				
a/c: 0.65				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.18	10.29	10.21	10.23
Altura (cm)	20.91	20.52	20.57	20.67
Área (cm ²)	81.39	83.16	81.87	82.14
Carga (kg)	29000	29000	29000	29000
Resistencia (kg/cm ²)	356.30	348.72	354.21	353.07
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	25653	25108	25503	25421

DISEÑO: CAM10 (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.09	15.16	15.125
Altura (cm)	30.95	30.89	30.92
Área (cm ²)	178.84	180.50	179.67
Carga (kg)	56800		
Resistencia (kg/cm ²)	316.13		
40%xf'c (kg/cm ²)	126.45		

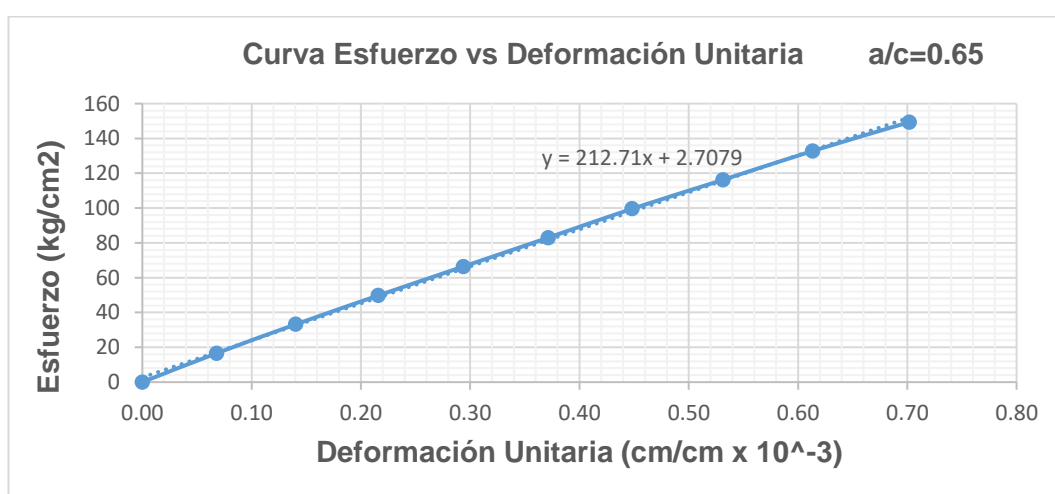
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.008	0.008	0.005	0.00	0.0000
3000	0.021	0.029	0.030	0.027	16.70	0.0690
6000	0.040	0.050	0.052	0.047	33.39	0.1358
9000	0.062	0.073	0.074	0.070	50.09	0.2081
12000	0.083	0.096	0.099	0.093	66.79	0.2825
15000	0.106	0.118	0.121	0.115	83.48	0.3547
18000	0.130	0.142	0.144	0.139	100.18	0.4312
21000	0.156	0.166	0.169	0.164	116.88	0.5121
24000	0.182	0.189	0.193	0.188	133.58	0.5908
27000	0.209	0.213	0.215	0.212	150.27	0.6695



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.516
E2 (kg/cm ²)	126.45
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5547
M.E.E (kg/cm ²)	223780

DISEÑO: CAM10 (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.16	15.18	15.17
Altura (cm)	30.88	30.86	30.87
Área (cm ²)	180.50	180.98	180.74
Carga (kg)	55200		
Resistencia (kg/cm ²)	305.41		
40%xf'c (kg/cm ²)	122.16		

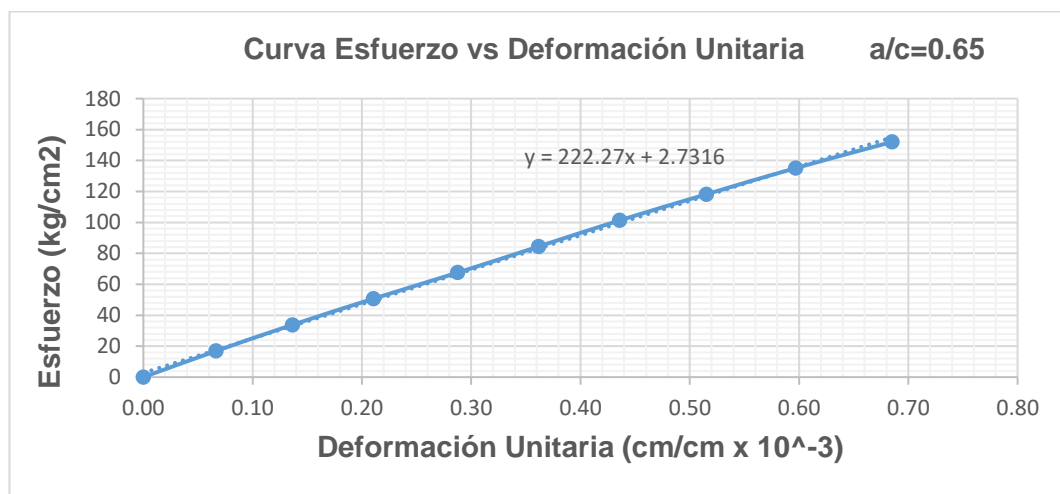
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.007	0.008	0.005	0.00	0.0000
3000	0.019	0.029	0.030	0.026	16.60	0.0680
6000	0.040	0.052	0.053	0.048	33.20	0.1404
9000	0.063	0.074	0.078	0.072	49.79	0.2160
12000	0.086	0.099	0.102	0.096	66.39	0.2937
15000	0.109	0.123	0.127	0.120	82.99	0.3715
18000	0.133	0.148	0.149	0.143	99.59	0.4481
21000	0.160	0.172	0.175	0.169	116.19	0.5313
24000	0.189	0.195	0.199	0.194	132.79	0.6133
27000	0.218	0.223	0.224	0.222	149.38	0.7019



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.3434
E2 (kg/cm ²)	122.16
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5616
M.E.E (kg/cm ²)	212710

DISEÑO: CAM10 (56 días)			
a/c: 0.65			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15	15.08	15.04
Altura (cm)	31	31.1	31.05
Área (cm ²)	176.71	178.60	177.66
Carga (kg)	53000		
Resistencia (kg/cm ²)	298.32		
40%xf'c (kg/cm ²)	119.33		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.010	0.010	0.007	0.00	0.0000
3000	0.020	0.029	0.033	0.027	16.89	0.0666
6000	0.040	0.053	0.054	0.049	33.77	0.1363
9000	0.062	0.074	0.080	0.072	50.66	0.2104
12000	0.085	0.100	0.103	0.096	67.54	0.2877
15000	0.109	0.123	0.125	0.119	84.43	0.3618
18000	0.132	0.146	0.148	0.142	101.32	0.4359
21000	0.158	0.170	0.172	0.167	118.20	0.5153
24000	0.186	0.194	0.196	0.192	135.09	0.5969
27000	0.215	0.220	0.223	0.219	151.98	0.6849



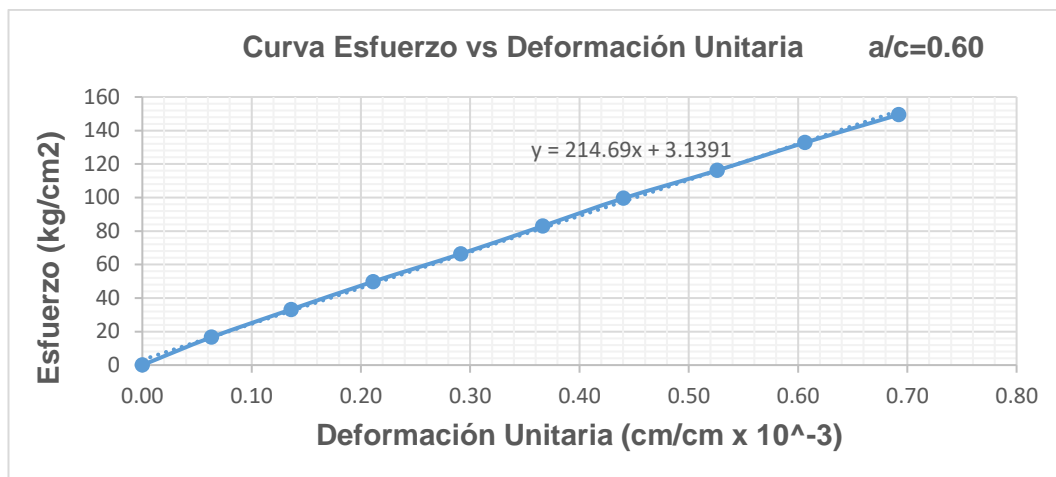
Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.8451
E2 (kg/cm ²)	119.33
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5246
M.E.E (kg/cm ²)	222270

**CONCRETO CON ADITIVO MÁS MICROMINERAL SiO 400 AL 10% (CAM10),
a/c: 0.60**

DISEÑO: CAM10 (56 días)				
a/c: 0.60				
Resistencia a la compresión (f'c) Probetas de 10x20 cm				
DATOS:	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Promedio
Diámetro (cm)	10.23	10.34	10.23	10.27
Altura (cm)	20.73	20.63	20.91	20.76
Área (cm ²)	82.19	83.97	82.19	82.79
Carga (kg)	29800	30600	30000	30133
Resistencia (kg/cm ²)	362.56	364.41	364.99	363.99
40%xCarga (kg) Prob. 15x30 cm	26104	26238	26279	26207

DISEÑO: CAM10 (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 1 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.16	15.18	15.17
Altura (cm)	31.12	31.11	31.115
Área (cm ²)	180.50	180.98	180.74
Carga (kg)	61000		
Resistencia (kg/cm ²)	337.50		
40%xf'c (kg/cm ²)	135.00		

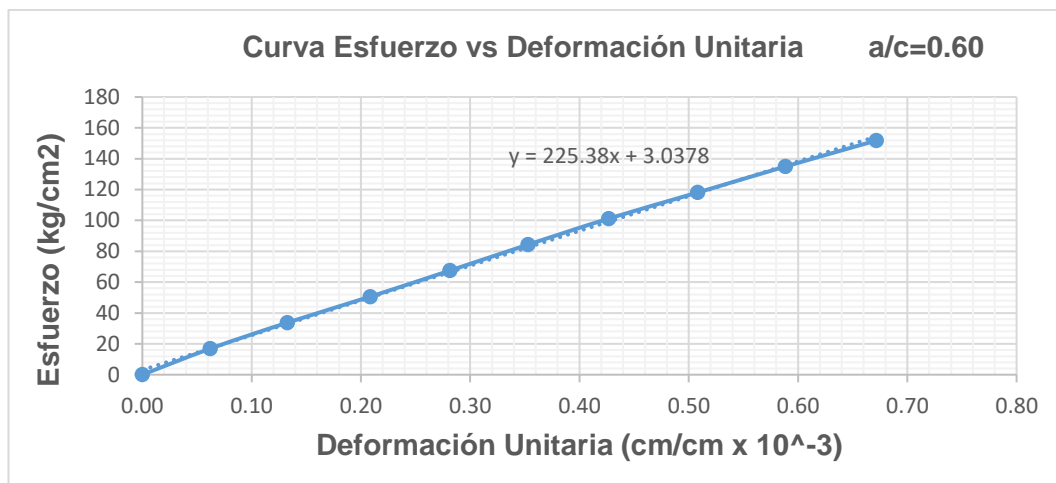
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.008	0.010	0.006	0.00	0.0000
3000	0.019	0.027	0.031	0.026	16.60	0.0632
6000	0.039	0.052	0.054	0.048	33.20	0.1361
9000	0.063	0.074	0.078	0.072	49.79	0.2110
12000	0.085	0.101	0.104	0.097	66.39	0.2914
15000	0.109	0.124	0.127	0.120	82.99	0.3664
18000	0.133	0.147	0.149	0.143	99.59	0.4403
21000	0.162	0.172	0.175	0.170	116.19	0.5260
24000	0.189	0.196	0.199	0.195	132.79	0.6064
27000	0.218	0.222	0.224	0.221	149.38	0.6921



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	13.8736
E2 (kg/cm ²)	135.00
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.6142
M.E.E (kg/cm ²)	214690

DISEÑO: CAM10 (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 2 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.08	15.02	15.05
Altura (cm)	31.19	31.14	31.165
Área (cm ²)	178.60	177.19	177.90
Carga (kg)	58300		
Resistencia (kg/cm ²)	327.72		
40%xf'c (kg/cm ²)	131.09		

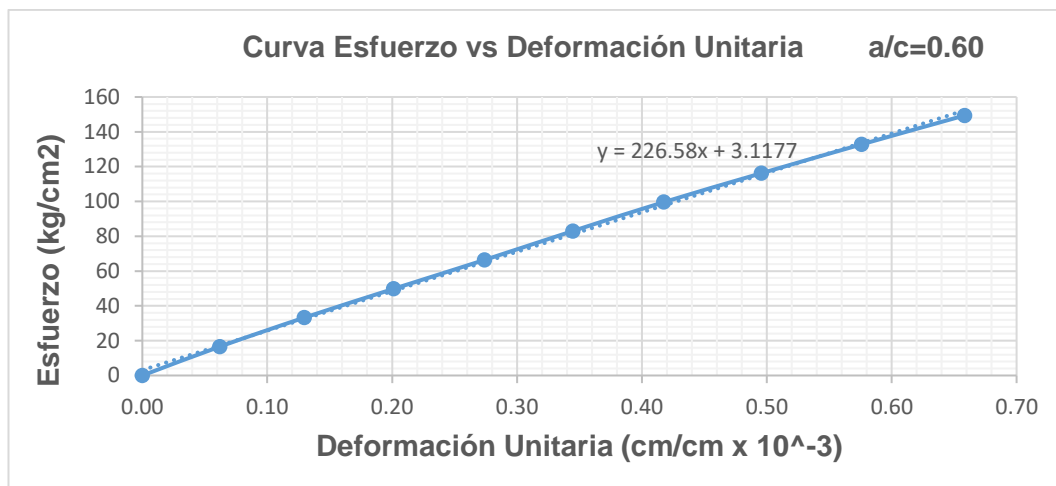
Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.006	0.006	0.004	0.00	0.0000
3000	0.019	0.025	0.026	0.023	16.86	0.0620
6000	0.039	0.048	0.049	0.045	33.73	0.1326
9000	0.062	0.072	0.073	0.069	50.59	0.2086
12000	0.083	0.095	0.097	0.092	67.46	0.2813
15000	0.105	0.118	0.119	0.114	84.32	0.3530
18000	0.129	0.139	0.143	0.137	101.18	0.4268
21000	0.155	0.165	0.167	0.162	118.05	0.5081
24000	0.183	0.189	0.190	0.187	134.91	0.5883
27000	0.209	0.215	0.216	0.213	151.77	0.6717



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.3068
E2 (kg/cm ²)	131.09
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5682
M.E.E (kg/cm ²)	225380

DISEÑO: CAM10 (56 días)			
a/c: 0.60			
Probeta 3 (15x30cm)			
DATOS:	Dato 1	Dato 2	Promedio
Diámetro (cm)	15.14	15.2	15.17
Altura (cm)	31.10	31.18	31.14
Área (cm ²)	180.03	181.46	180.74
Carga (kg)	59400		
Resistencia (kg/cm ²)	328.64		
40%xf'c (kg/cm ²)	131.46		

Fuerza (kg)	Lectura 1 (mm)	Lectura 2 (mm)	Lectura 3 (mm)	Lectura Promedio (mm)	Esfuerzo (kg/cm ²)	Deformación Unitaria (cm/cm x 10 ⁻³)
0	0.000	0.011	0.011	0.007	0.00	0.0000
3000	0.019	0.030	0.031	0.027	16.60	0.0621
6000	0.038	0.052	0.053	0.048	33.20	0.1295
9000	0.060	0.074	0.076	0.070	49.79	0.2012
12000	0.082	0.097	0.099	0.093	66.39	0.2740
15000	0.105	0.118	0.121	0.115	82.99	0.3447
18000	0.129	0.140	0.143	0.137	99.59	0.4175
21000	0.153	0.165	0.167	0.162	116.19	0.4956
24000	0.180	0.189	0.191	0.187	132.78	0.5759
27000	0.209	0.213	0.215	0.212	149.38	0.6583



Variables	Resultados
E1 (kg/cm ²)	14.4467
E2 (kg/cm ²)	131.46
D2 (cm/cm x 10 ⁻³)	0.5664
M.E.E (kg/cm ²)	226580

Valores del Módulo Elástico para cada diseño de mezcla a la edad de 56 días

Relación a/c	Mezcla	MEE1	MEE2	MEE3	Módulo de Elasticidad Promedio (kg/cm ²) Edad (56 días)
0.70	CP	203510	229380	208300	213730
	CPA	218440	212520	219130	216697
	CAM5	209220	213040	214700	212320
	CAM10	204120	210470	211710	208767
0.65	CP	225170	216350	223920	221813
	CPA	223320	221610	224090	223007
	CAM5	215270	216260	218160	216563
	CAM10	223780	212710	222270	219587
0.60	CP	222930	215240	219110	219093
	CPA	234970	225990	225060	228673
	CAM5	223770	215820	222870	220820
	CAM10	214690	225380	226580	222217

ANEXO D

● PANEL FOTOGRÁFICO

AGREGADOS

PREPARACIÓN DEL CONCRETO

ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

AGREGADOS



Ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino.



Colocación de muestras de agregado fino y agregado grueso al horno.



Lavado del agregado fino pasando la malla N°200



Ensayo de granulometría del agregado grueso.



Método del cono para evaluar el nivel de saturación de una muestra de agregado fino hasta obtener el estado Saturado Superficialmente Seco (SSS)



Llenado de la fiola con agua hasta que el nivel de agua se encuentre por encima del agregado fino y quitando las burbujas de aire.



Secando el agregado grueso saturado con franela luego de 24 horas de sumergido bajo el agua para obtener la muestra en condición Saturada Superficialmente Seca



Combinación de agregado grueso y fino para el ensayo de máxima compacidad



Enrasado del agregado global con 45% de arena y 55% de piedra

PREPARACIÓN DEL CONCRETO



Pesado de las componentes del concreto: Arena, Piedra, agua, cemento, aditivo plastificante y Micromineral SiO₄₀₀



Haciendo el ensayo de consistencia, buscando un slump de 3 a 4 pulgadas



Preparación de probetas de 10x20 cm para determinar la combinación óptima de agregados



Etiquetado de probetas de acuerdo a su diseño correspondiente



Colocación de las probetas de 10x20 cm en el pozo de curado.



Medición de probetas con vernier digital antes de ser ensayadas a Compresión.



Probetas de 10x20 cm listas para ser ensayadas a compresión a los 7 días.

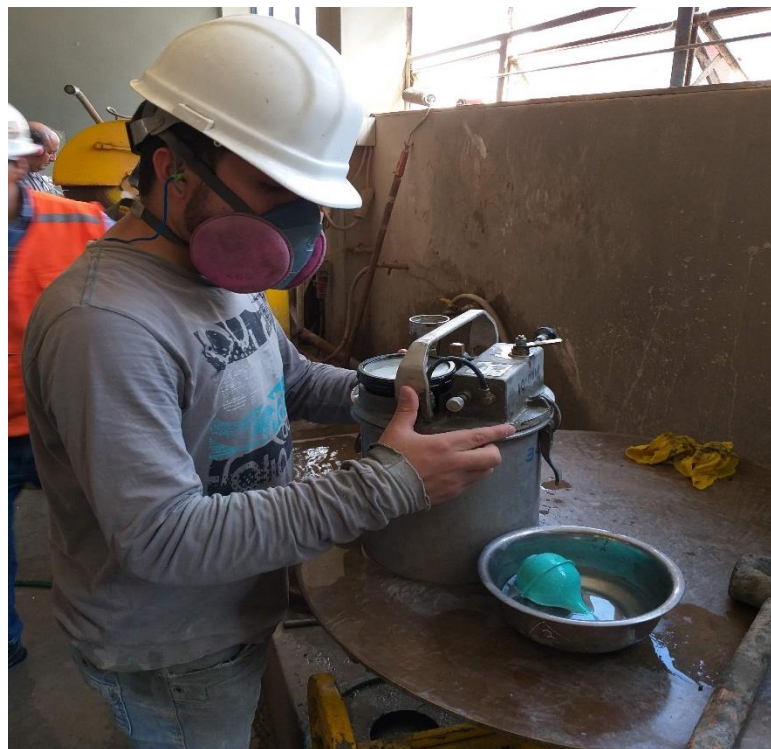
ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO



Ensayo de fluidez en la mesa de sacudidas.



Recipiente enrasado con concreto fresco, listo para ser pesado en la balanza electrónica y calcular el Peso Unitario.



Ensayo de Contenido de aire en el concreto fresco con el recipiente tipo Washington.



Ensayo de tiempo de fragua mediante la resistencia a la penetración del mortero que resulta luego de tamizar el concreto por la malla N°4.



Ensayo de Exudación del concreto que consiste en extraer el agua que asciende a la superficie con jeringas en intervalos de tiempos normados por la NTP.

ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO



Proceso de mezclado del concreto y vaciado en carretilla para la producción masiva de probetas de los diversos diseños de mezcla.



Elaboración masiva de probetas de 10x20cm y realizando su acabado.



Proceso de curado de probetas de 10x20cm en la etapa de producción masiva para realizar los ensayos de Resistencia a la compresión y Tracción por compresión diametral.



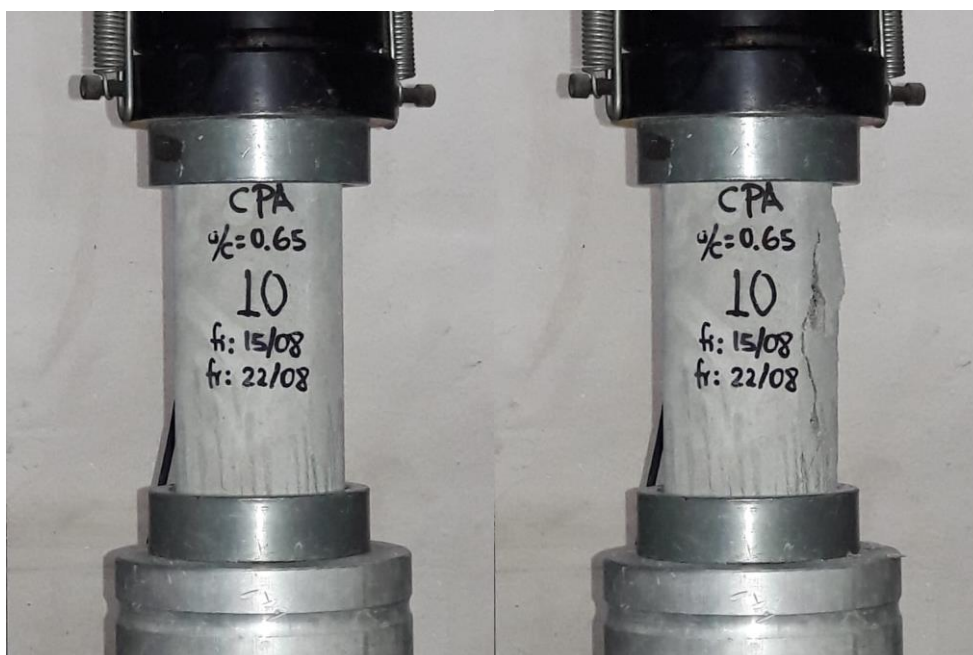
Medición de probetas con vernier digital previo al ensayo de Resistencia a la compresión.



Colocación de probeta en la máquina digital de Compresión, lista para ser ensayada.



Probeta N°9 de 10x20cm, a/c:0.60 del diseño Concreto Patrón (CP) antes y después de ser ensayada a Compresión a la edad de 1 día.



Probeta N°10 de 10x20cm, a/c:0.65 del diseño Concreto Patrón más Aditivo (CPA) antes y después de ser ensayada a Compresión a la edad de 7 días.



Oreado de probetas de los diseños Concreto con Aditivo más Micromineral al 5% y 10% (CAM5 Y CAM10), horas antes de ser ensayadas a Compresión.



Probeta N°4 de 10x20cm, a/c:0.65 del diseño Concreto con Aditivo más Micromineral al 5% (CAM5) antes y después de ser ensayada a Compresión a la edad de 56 días.



Probeta N°7 de 10x20cm, a/c:0.65 del diseño Concreto con Aditivo más Micromineral al 10% (CAM10) antes y después de ser ensayada a Compresión a la edad de 7 días.



Probetas de 15x30cm y 10x20cm etiquetadas con acabado final, para realizar posteriormente el ensayo de Módulo elástico a la edad de 56 días.



Desenfofrado de probetas de 15x30cm con presión de aire mediante una Compresora



Operando la máquina manual de compresión, en una probeta de 10x20cm previo al ensayo de Módulo elástico.



Probeta N°3 de 15x30cm, a/c:0.60 del diseño Concreto con Aditivo más Micromineral al 10% (CAM10) con el collarín cuya función es dar lecturas de deformaciones cuando el espécimen es sometido a carga axial de compresión.



Probeta N°2 de 10x20cm, a/c: 0.65 del diseño Concreto patrón más Aditivo (CPA) previo al ensayo de Tracción por Compresión Diametral a la edad de 28 días.



Probeta N°2 de 10x20cm, a/c: 0.65 del diseño Concreto patrón más Aditivo (CPA) listo y ubicado con listones de triplay diametralmente opuestos para ser sometido a ensayo de Tracción por Compresión Diametral.



Probeta de 10x20cm después del ensayo de Tracción por compresión diametral.

ANEXO E

- **CERTIFICADOS Y CONSTANCIAS**



FORMATO DE ENSAYO

SOLICITANTE : BACH. ING. YASUHIRO BELQUINK BRAVO JARA MUESTRA : Probetas de Concreto
 PROYECTO : Tesis CANTIDAD : 12
 REFERENCIA : OFICIO N°085-2018-MTC/14.01
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03.01.2019 FECHA DE ENSAYO : 04.01.2019

NTP 339.034 : 2018 METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS.

N° DE TESTIGO	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
CP	Relación agua/cemento:0.70	01/08/2018	02/08/2018	1	10.21	81.87	2,589	32
CPA		01/08/2018	02/08/2018	1	10.15	80.91	5,318	66
CAM5		01/08/2018	02/08/2018	1	10.30	83.32	5,866	70
CAM10		01/08/2018	02/08/2018	1	10.20	81.71	6,309	77
CP	Relación agua/cemento:0.65	02/08/2018	03/08/2018	1	10.10	80.12	2,885	36
CPA		02/08/2018	03/08/2018	1	10.40	84.95	6,245	74
CAM5		02/08/2018	03/08/2018	1	10.22	82.03	6,135	75
CAM10		02/08/2018	03/08/2018	1	10.31	83.48	6,730	81
CP	Relación agua/cemento:0.60	06/08/2018	07/08/2018	1	10.11	80.28	4,989	62
CPA		06/08/2018	07/08/2018	1	10.12	80.44	6,269	78
CAM5		06/08/2018	07/08/2018	1	10.18	81.39	8,082	99
CAM10		06/08/2018	07/08/2018	1	10.09	79.96	9,916	124
Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión								
Marca N° : ELE INTERNATIONAL			Modelo N° : N° 36-3088/02			Serie N° : 080900000008		
Fecha de calibración: 2016.13.18 Referencia: Norma ISO 7500-1 "Metallic materials verification of static uniaxial testing machines"								

Observaciones

- Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Relación Longitud/Diámetro promedio =2.0 (muestras cilíndricas de 4" x 8")



ING. CESAR A. FERREYROS CORCUERA
Lima, 4 de Enero del 2019

UMC (1/1)
mgf/pchc
O.S.N° 014



Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



FORMATO DE ENSAYO

SOLICITANTE : BACH. ING. YASUHIRO BELQUINK BRAVO JARA MUESTRA : Probetas de Concreto
 PROYECTO : Tesis CANTIDAD : 12
 REFERENCIA : OFICIO N°085-2018-MTC/14.01
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03.01.2019 FECHA DE ENSAYO : 04.01.2019

NTP 339.034 : 2018 METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS.

N° DE TESTIGO	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
CP	Relación agua/cemento:0.70	13/08/2018	20/08/2018	7	10.30	83.32	11,854	142
CPA		13/08/2018	20/08/2018	7	10.20	81.71	13,525	166
CAM5		13/08/2018	20/08/2018	7	10.08	79.80	13,969	175
CAM10		13/08/2018	20/08/2018	7	10.12	80.44	18,729	233
CP	Relación agua/cemento:0.65	14/08/2018	21/08/2018	7	10.11	80.28	12,143	151
CPA		14/08/2018	21/08/2018	7	10.08	79.80	13,658	171
CAM5		14/08/2018	21/08/2018	7	10.11	80.28	16,900	211
CAM10		14/08/2018	21/08/2018	7	10.23	82.19	19,714	240
CP	Relación agua/cemento:0.60	15/08/2018	22/08/2018	7	10.23	82.19	13,726	167
CPA		15/08/2018	22/08/2018	7	10.02	78.85	17,197	218
CAM5		15/08/2018	22/08/2018	7	10.10	80.12	20,976	262
CAM10		15/08/2018	22/08/2018	7	10.31	83.48	22,381	268
Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión								
Marca N° : ELE INTERNATIONAL			Modelo N° : N° 36-3088/02			Serie N° : 080900000008		
Fecha de calibración: 2016.13.18 Referencia: Norma ISO 7500-1 "Metallic materials verification of static uniaxial testing machines"								

Observaciones

- Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Relación Longitud/Diámetro promedio =2.0 (muestras cilíndricas de 4" x 8")



ING. CESAR A. FERREYROS CORCUERA
Lima, 4 de Enero del 2019

UMC (1/1)
mgf/pchc
O.S.N° 014



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rímac.

Tel. : 481-3707

Fax: 481-0677



FORMATO DE ENSAYO

SOLICITANTE : BACH. ING. YASUHIRO BELQUINK BRAVO JARA MUESTRA : Probetas de Concreto
 PROYECTO : Tesis CANTIDAD : 12
 REFERENCIA : OFICIO N°085-2018-MTC/14.01
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03.01.2019 FECHA DE ENSAYO : 04.01.2019

NTP 339.034 : 2018 METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS.

N° DE TESTIGO	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
CP	Relación agua/cemento:0.70	04/09/2018	02/10/2018	28	10.20	81.71	14,112	173
CPA		04/09/2018	02/10/2018	28	10.18	81.39	18,384	226
CAM5		04/09/2018	02/10/2018	28	10.15	80.91	19,893	246
CAM10		04/09/2018	02/10/2018	28	10.07	79.64	23,479	295
CP	Relación agua/cemento:0.65	05/09/2018	03/10/2018	28	10.23	82.19	18,884	230
CPA		05/09/2018	03/10/2018	28	10.32	83.65	21,969	263
CAM5		05/09/2018	03/10/2018	28	10.15	80.91	22,255	275
CAM10		05/09/2018	03/10/2018	28	10.20	81.71	25,214	309
CP	Relación agua/cemento:0.60	06/09/2018	04/10/2018	28	10.04	79.17	19,560	247
CPA		06/09/2018	04/10/2018	28	10.19	81.55	24,965	306
CAM5		06/09/2018	04/10/2018	28	10.21	81.87	30,262	370
CAM10		06/09/2018	04/10/2018	28	10.17	81.23	25,464	313
Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión								
Marca N° : ELE INTERNATIONAL			Modelo N° : N° 36-3088/02			Serie N° : 08090000008		
Fecha de calibración: 2016.13.18 Referencia: Norma ISO 7500-1 "Metallic materials verification of static uniaxial testing machines"								

Observaciones

- Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante.
 - Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Relación Longitud/Diámetro promedio =2.0 (muestras cilindricas de 4" x 8")



ING. CESAR A. FERREYROS CORCUERA
Lima, 4 de Enero del 2019

UMC (1/1)
mgf/pchc
O.S.N° 014



LABORATORIO



DEE

Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac.

Tel.: 481-3707

Fax: 481-0677



FORMATO DE ENSAYO

SOLICITANTE : BACH. ING. YASUHIRO BELQUINK BRAVO JARA MUESTRA : Probetas de Concreto
 PROYECTO : Tesis CANTIDAD : 12
 REFERENCIA : OFICIO N°085-2018-MTC/14.01
 FECHA DE RECEPCIÓN : 03.01.2019 FECHA DE ENSAYO : 04.01.2019

NTP 339.034 : 2018 METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS.

N° DE TESTIGO	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	DIÁM. (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
CP	Relación agua/cemento:0.70	04/10/2018	29/11/2018	56	10.02	78.85	14,356	182
CPA		04/10/2018	29/11/2018	56	10.11	80.28	18,803	234
CAM5		04/10/2018	29/11/2018	56	10.23	82.19	23,233	283
CAM10		04/10/2018	29/11/2018	56	10.18	81.39	26,736	328
CP	Relación agua/cemento:0.65	08/10/2018	03/12/2018	56	10.30	83.32	19,303	232
CPA		08/10/2018	03/12/2018	56	10.13	80.60	21,305	264
CAM5		08/10/2018	03/12/2018	56	10.24	82.36	27,235	331
CAM10		08/10/2018	03/12/2018	56	10.32	83.65	28,325	339
CP	Relación agua/cemento:0.60	09/10/2018	04/12/2018	56	10.24	82.36	20,571	250
CPA		09/10/2018	04/12/2018	56	10.30	83.32	25,530	306
CAM5		09/10/2018	04/12/2018	56	10.11	80.28	30,190	376
CAM10		09/10/2018	04/12/2018	56	10.30	83.32	29,537	354
Características de la Máquina para Ensayo a la Compresión								
Marca N° : ELE INTERNATIONAL		Modelo N° : N° 36-3088/02			Serie N° : 080900000008			
Fecha de calibración: 2016.13.18 Referencia: Norma ISO 7500-1 "Metallic materials verification of static uniaxial testing machines"								

Observaciones

- Muestras proporcionadas e identificadas por el solicitante.
- Este documento no autoriza el empleo de los materiales analizados; siendo la interpretación del mismo de exclusiva responsabilidad del usuario.
- Relación Longitud/Diámetro promedio =2.0 (muestras cilíndricas de 4" x 8")



ING. CESAR A. FERREYROS CORCUERA
Lima, 4 de Enero del 2019

UMC (1/1)
mgf/pchc
O.S.N° 014



Av. Túpac Amaru N°150 - Rimac. Telf.: 481-3707 Fax: 481-0677



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



CONSTANCIA

LA JEFA DEL LABORATORIO N° 1 ENSAYO DE MATERIALES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA, deja constancia que:

El Sr. **Bravo Jara Yasuhiro Belquink**, Alumno de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, solicitó al Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales permiso para la realización de ensayos, estudio de agregados; Tiempo de fraguado, fluidez, contenido de aire, peso unitario del concreto, Ensayo de resistencia a la compresión y modulo elástico de muestras cilíndricas de concreto, en el marco de la Investigación "ESTUDIO DEL CONCRETO DE MEDIANA A BAJA RESISTENCIA CON MICROSÍLICE NACIONAL Y ADITIVO PLASTIFICANTE, UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I", con fines de tesis.

Se le brindo las facilidades del caso para la realización de dichos ensayos a partir de la fecha del 25 de Octubre del 2018 hasta el 13 de Diciembre del 2018.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Lima, 05 de Abril del 2019

Ms. Ing. ANA TORRE CARRILLO
Jefe (e) de Laboratorio



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI

