EFECTOS DE LA PÉRDIDA DE ASENTAMIENTO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO DE 3000 PSI

TRABAJO DE GRADO

CARLOS EDUARDO CÁRDENAS ARANGUREN
VIVIANA PAOLA PINZÓN BALLESTEROS

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C

EFECTOS DE LA PÉRDIDA DE ASENTAMIENTO EN LA RESISTENCIA DE UN CONCRETO DE 3000 PSI

CARLOS EDUARDO CÁRDENAS ARANGUREN
VIVIANA PAOLA PINZÓN BALLESTEROS

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al Título de Ingeniero Civil

Directora: Ing. Luz Elena Santaella Valencia, Ph.D

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C

AUTORIDADES UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

MG (R) EDUARDO ANTONIO HERRERA BERBEL
Rector

MG (R) GABRIEL EDUARDO CONTRERAS OCHOA
Vicerrector general

BG (R) ALBERTO BRAVO SILVA
Vicerrector administrativo

DRA. MARTHA LUCÍA BAHAMÓN JARA
Vicerrectora académica

DR. JOSE RICARDO CURE
Vicerrector de investigaciones

ING. ERNESTO VILLARREAL SILVA

Decano de la facultad de ingeniería

ING. DIEGO CORREAL MEDINA

Director Programa de ingeniería civil

APROBACIÓN

El trabajo de grado *"Efectos de la perdida de asentamiento en una mezcla de concreto de 3000 PSI"* presentado por Carlos Eduardo Cárdenas Aranguren y Viviana Paola Pinzón Ballesteros en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de ingeniero civil fue aprobado por:

_____

Ing. Luz Elena Santaella Valencia, Ph.D
Directora

Bogotá D.C, Agosto 10 de 2010

Bogotá D.C,.

Señores:
COMITÉ OPCIÓN DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Ciudad

Ref.: Entrega informe final

En cumplimiento de las disposiciones reglamentarias de la Facultad, nos permitimos presentar a su consideración el informe final titulado: *"Efectos de la perdida de asentamiento de un concreto de 3000 psi".* El director de proyecto por parte de la Universidad es la Ing. Luz Elena Santaella Valencia, Ph.D.

Agradecemos su atención,

Atentamente,

_____
Ing. Luz Elena Santaella Valencia, Ph.D
Directora Universidad Militar Nueva Granada

_____
Carlos Eduardo Cárdenas Aranguren.
Estudiante Programa de Ingeniería Civil
Código: 1100575

_____
Viviana Paola Pinzón Ballesteros.
Estudiante Programa de Ingeniería Civil
Código: 1100606

Bogotá, D.C,

Señores
COMITÉ OPCIÓN DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Ciudad.

Ref.: Solicitud de socialización del informe final.

En cumplimiento del reglamento de la Facultad para el desarrollo de la Opción de Investigación, nos permitimos hacer la solicitud para socializar el informe final titulado *"Efectos de la perdida de asentamiento en un concreto de 3000 psi".* El día _____.

Agradecemos su atención,

Atentamente,

_____
Ing. Luz Elena Santaella Valencia, Ph.D
Directora Universidad Militar Nueva Granada

_____
Carlos Eduardo Cárdenas Aranguren.
Estudiante Programa de Ingeniería Civil
Código: 1100575

_____
Viviana Paola Pinzón Ballesteros.
Estudiante Programa de Ingeniería Civil
Código: 1100606

TABLA DE CONTENIDO

1. ELEMENTOS DE LA PROPUESTA 17

1.2 ANTECEDENTES 17

1.3 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. 20

1.4 HIPÓTESIS. 21

1.5 JUSTIFICACIÓN. 21

1.6 OBJETIVOS. 22

1.7 DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS 23

2. FUNDAMENTOS TEORICOS 27

2.1 DEFINICIÓN DEL CONCRETO. 27

2.2 PROYECTOS DE GRADO SOBRE LA INFLUENCIA DEL ASENTAMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO. 28

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO. 28

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO. 39

2.5 DESCRIPCION DEL PROYECTO DEL CAMPUS DE CAJICA 43

3. METODOLOGÍA 48

3.1 REGISTRO DE LOS ENSAYOS Y MEZCLAS 48

3.2 TEMPERATURA DE LA MEZCLA Y DEL MEDIO AMBIENTE. 49

3.3 ASENTAMIENTO (CONO DE ABRAMS) 51

3.4 CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO. 53

3.5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO. 55

4. RESULTADOS Y ANÀLISIS 58

4.1 TEMPERATURA DE LA MEZCLA Y MEDIO AMBIENTE. 58

4.2 ASENTAMIENTO......59

4.3 CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO. 60

4.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS. 62

4.5 CORRELACIÓNES.....63

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 71

BIBLIOGRAFIA 117

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 3.

Figura 1 Temperatura ambiente.....50
Figura 2 Temperatura de la mezcla 50
Figura 3 Asentamiento mediante el cono de Abrams.....52
Figura 4 Olla de aire.....54
Figura 5 . Identificación de cilindros.....55
Figura 6 Rotura de las probetas.....55

CAPITULO 4.

Figura. 1 Temperatura ambiente y de la mezcla A y B. 59
Figura. 2 Asentamiento de las mezclas A y B.....60
Figura. 3 Contenido de Aire de las mezclas A y B 61
Figura. 4 Resistencia a la compresión de las mezclas A y B 62

LISTA DE TABLAS

CAPITULO 2.

Tabla 1 Temperaturas del concreto recomendadas. 30

Tabla 2 Contenido de aire en mezclas de concreto para varios tamaños de agregado grueso. 35

CAPITULO 3.

Tabla. 1 Temperatura ambiente y de mezcla 51

Tabla. 2 Asentamiento de la Mezcla. 53

Tabla. 3 Contenido de Aire en la mezcla 54

Tabla. 4 Resistencia a la compresión 56

Tabla. 5 Características de las probetas. 57

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Registro de ensayos en la mezcla de 1 a 10. 76
Anexo 2. Registro de los datos de ensayos en las mezclas de 1 a 10.....87
Anexo 3. Correlaciones de Parámetros. 108

RESUMEN

Buscando mejorar y optimizar la calidad de la construcción, se genera la necesidad de ampliar los conocimientos acerca del manejo y control del concreto en obra acorde a las normas de diseño y construcción sismo resistente. Teniendo en cuenta que las propiedades del concreto en estado fresco se pueden ver afectadas por agente externos como las características del ambiente (lluvia, viento, sol, temperatura, etc.), las características de la mezcla, el contenido de aire y el asentamiento repercuten generalmente en las propiedades del concreto en estado endurecido.

Mediante el desarrollo del trabajo de grado se desea establecer cómo afecta la perdida de asentamiento en una mezcla de concreto de 3000 PSI en la resistencia del mismo una hora después de la llegada de la mezcla a la obra, permitiendo establecer si el asentamiento influye directamente en la resistencia del concreto en estado endurecido, para lo cual el trabajo se estructura de la siguiente manera:

El primer capítulo se realiza teniendo en cuenta los elementos manejados en la propuesta de grado del tema que se deseaba analizar, en este caso, “Los efectos de la perdida de asentamiento en un concreto de 3000 psi”, permitiendo que a lo largo de este capítulo se refleje la importancia y enfoque del proyecto de grado.

En el segundo capítulo se presentan los fundamentos teóricos relacionados con el tema, los cuales son de vital importancia y manejo ya que teniendo claros los conceptos teóricos, normas, características de los materiales, entre otros. Es posible garantizar un desarrollo adecuado del análisis práctico del tema establecido.

En el tercer capítulo se presenta la metodología realizada durante el desarrollo de la práctica del tema asignado ilustrando de igual forma el proceso mediante el cual fue desarrollado el trabajo de grado.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados y análisis de los mismos obtenidos luego de realizar cada uno de los procesos necesarios para analizar los efectos de la perdida de asentamiento relacionando cada uno de los factores que adicionales al asentamiento se tuvieron en cuenta tales como: temperatura de la mezcla y temperatura ambiente, contenido de aire atrapado y resistencia a la compresión.

Por último, se presentan las conclusiones obtenidas luego de realizar el análisis respectivo de los resultados obtenidos dentro de la metodología establecida. De igual forma, se presentan las recomendaciones necesarias para que los resultados y la metodología de este tipo de proyecto, se consideren en una próxima ocasión para que los resultados sean más confiables, claros y manejables.

ABSTRACT

Seeking to improve and optimize the quality of construction, creating a need to expand knowledge about the management and control of concrete work according to design standards, and earthquake resistant construction. Given that the properties of fresh concrete may be affected by external agents such as environmental characteristics (rain, wind, sun, temperature, etc..), The characteristics of the mixture, the air content and settlement impact usually in the properties of the hardened concrete.

Through the development of the thesis is to be established how it affects the loss of settlement in a concrete mix of 3000 psi on the strength of the one hour after the arrival of the mixture to the work, allowing to establish whether the settlement directly affects concrete strength in the hardened condition, for which the paper is structured as follows:

The first chapter is done taking into account the information handled in the proposed level of the item you wanted to analyze, in this case, "The effects of the loss of settlement in a 3000 psi concrete, allowing over this chapter reflects the importance and focus of the project grade.

In the second chapter presents the theoretical foundations of the subject, which are of vital importance and management as having clear theoretical concepts, standards, material properties, among others. It is possible to ensure proper development of practical analysis of the topic set.

In the third chapter presents the methodology undertaken during the development

of the practice of the topic assigned equally illustrating the process by which it was developed degree work.

In the fourth chapter presents the results and analysis are obtained after performing each of the processes needed to analyze the effects of the loss of settlement relating each additional factors were taken into account settlement such as temperature mixture and room temperature, entrained air content and compressive strength.

Finally, we present the conclusions obtained after performing the respective analysis of the results within the established methodology. Similarly, the recommendations are necessary for the results and methodology of this type of project, are considered at a future time for the results more reliable, clear and manageable.

INTRODUCCIÓN

Durante muchos años el concreto ha sido utilizado ampliamente como material de construcción por su economía versatilidad y función estructural que le brinda a la construcción de estructuras. Sin embargo la calidad y durabilidad del mismo depende específicamente de las características que posean los materiales de concreto como el agua, el tipo de cemento, el tamaño de los áridos tanto gruesos como finos y aditivos, establecerán las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido permitiendo de esta forma su manejabilidad, consistencia plasticidad, temperatura, segregación, exudación y resistencia.

Durante la caracterización de las mezclas de concreto de 3000 psi, se podrá establecer que tanto influyen las propiedades en estado fresco en las propiedades que tendrá dicha mezcla en estado endurecido. Uno de los factores en los cuales se desea enfocar el trabajo de grado, es en el asentamiento, un ensayo ampliamente usado que permite establecer la consistencia o fluidez de la mezcla de concreto, precisamente por su sencillez se desea indagar que tanto afecta la pérdida del mismo en un concreto de 3000 psi una hora posterior de la llegada de la mezcla de concreto. Si bien es cierto que las características del concreto en estado fresco se ven reflejadas claramente en estado endurecido del mismo, precisamente por dichos efectos se quiere analizar si la pérdida de asentamiento afecta la resistencia de un concreto y el porqué, basándonos en factores que puedan afectar la composición inicial del mismo.

1. ELEMENTOS DE LA PROPUESTA

En este capítulo, se encuentran los elementos utilizados en la propuesta de grado acorde al tema sobre el “Efecto de la perdida de asentamiento en un concreto de 3000 psi”, se establece el origen del tema, los antecedentes, la descripción detallada del tema de la propuesta, la hipótesis, la justificación y los objetivos que se buscan alcanzar mediante este trabajo.

1.1 ORIGEN DEL TEMA

La ingeniera Luz Elena Santaella le planteó al ingeniero Daniel Vargas Zarco, la posibilidad de que un grupo de estudiantes de último semestre pudieran realizar su trabajo de grado en el Campus de la Universidad Militar Nueva Granada en el municipio de Cajicá, caracterizando la mezcla de concreto que se está utilizando para la construcción del edificio de los laboratorios del programa de Biología. El ingeniero Daniel Vargas Zarco le planteo dicha solicitud al ingeniero Mario Zambrano (Director de obra del Campus) quién acepto la solicitud planteada. En otra reunión realizada por la ingeniera Luz Elena Santaella y el arquitecto Nelson Beltrán, delegado por el ingeniero Mario Zambrano para que se hablara sobre el trabajo de grado quien expresó que no había ningún inconveniente de ejecutarlo utilizando mezclas de 3000 PSI, para saber en qué porcentaje se pierde el asentamiento una hora después de elaborada la mezcla y en qué porcentaje se gana resistencia.

1.2 ANTECEDENTES

- Articulo **"¿El ensayo de asentamiento ya es inútil?"** (Publicado en ACI Publicaciones técnicas. Revista técnica No.13, Autor Sandor Popovics, Autor Corporativo American Concrete Institute ACI Seccional Colombia p. 4 – 8, Septiembre 1994) en este artículo, el autor, muestra el verdadero alcance que tiene el ensayo de asentamiento, el cual en varias ocasiones ha sido desprestigiado y subestimado ya sea por razones tanto económicas o por la simplicidad de la elaboración.

Este análisis es realizado con un desglose profundo, con el estudio de once (11) objeciones, las cuales describen el proceso y argumentan o contra argumentan según sea el caso, tratando de desmentir las acusaciones que ha recibido el ensayo. Los argumentos que trabaja el autor para poderle dar la importancia al ensayo en el artículo son: el ensayo del asentamiento es muy viejo, no indica los contenidos de cemento y agua, la resistencia o la relación agua/cemento no tiene una base o justificación científica, los resultados no tiene nada que ver con la trabajabilidad del concreto, es inaplicable para concretos "rígidos" y para concretos fluidos, hay diferencias importantes entre las medidas del asentamiento obtenidas por diferentes laboratoristas bajo condiciones del mismo concreto, su reproductibilidad es pobre, un concreto áspero puede colapsar durante o luego de que el molde es retirado de modo que el asentamiento obtenido no tiene sentido y puede ser fuente de malinterpretaciones, concretos de composiciones diferentes pueden tener el mismo asentamiento pero diferentes trabajabilidad, es demasiado primitivo para ser bueno, y por último, si todo lo que Popovics dijo acerca del ensayo normalizado del asentamiento es válido, este ensayo es demasiado bueno para ser cierto.

- Articulo **"Asentamiento plástico: un desconocido que se hace ver."** (Publicado en la revista Noticreto 69, Autor del tema Liliana Álvarez, Mary Ángel

Rodríguez, Alfonso Acosta y Germán Hermida; Autor Corporativo Universidad Agraria y Sika Colombia p. 36 – 40, Agosto 14 de 2007)

El asentamiento plástico se define como un cambio dimensional del concreto desde el momento de su colocación, al estado rígido; este asentamiento en general no produce fisuras en las estructuras, esto se debe en su mayor parte, a que una cierta cantidad de agua de la mezcla migra hacia la superficie, fenómeno conocido como exudación; a la vez el fenómeno de asentamiento plástico se debe también a las distintas reacciones químicas producidas en el interior de la mezcla en las fases de hidratación y retracción térmica, fenómeno que llega a convertirse en un parámetro a tener en cuenta ya que en situaciones complejas esta llega a provocar una serie de problemas importantes y difíciles de tratar. Es por esto que se da la necesidad de controlar este fenómeno con una serie de ensayos de medición normalizados como es el caso del ensayo ASTM C 827, en el cual se recolecta la información necesaria para tomar decisiones oportunas ante el problema, llegándose a la conclusión:

"La experiencia obtenida durante la ejecución de los distintos ensayos permitió entender que la norma adolece de un problema, ya que esta no puntualiza el intervalo de tiempo máximo entre haber mezclado el material a estudiar con el instante en que se inicia la medición. De este modo algunos grouts expansivos que comenzaron a medirse a los 12 minutos de haber sido mezclado, mostraron un menor valor de expansión final que aquellos colocados a los 5 minutos de mezclados. Lo cierto es que ambos se expandieron la misma magnitud, pero la demora en la colocación del ensayo hizo que se perdiera una fracción expansiva en el primer caso, pues el ensayo comienza calibrando en cero la altura.

El asentamiento plástico, puede ser o no motivo de preocupación dependiendo de las condiciones en que se construya, lo cierto es que podemos hoy en día medir con exactitud su evolución con el tiempo."

1.3 DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

El uso del concreto convencional a lo largo del tiempo y las diversas aplicaciones estructurales que el hombre le ha dado, ha llevado a la búsqueda del mejoramiento de las características y propiedades físicas, químicas y mecánicas del material como lo son: Trabajabilidad, durabilidad y resistencia, para ello, se han implementado una serie de ensayos, tanto en laboratorio como en el campo que permiten establecer el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido.

Es por esta razón, que mediante este trabajo de grado se busca establecer los efectos que genera la pérdida de asentamiento en la resistencia de un concreto convencional, teniendo en cuenta que las propiedades del concreto en estado endurecido están asociadas a las características que posee el concreto en estado fresco.

Dado que a nivel nacional e internacional son pocos los análisis detallados que se han realizado respecto a los efectos de la pérdida de asentamiento en la resistencia de un concreto convencional, actualmente se cuenta para este proyecto con muy pocas bases teóricas que hayan enfocado sus estudios a este tema. Sin embargo para refutar los resultados obtenidos se tendrán en cuenta artículos relacionados con el asentamiento del concreto, ya que respecto a los efectos del mismo en la resistencia no se encuentra información al respecto.

De esta forma, es posible cuestionar si: ¿Los efectos de la pérdida de asentamiento afectan de manera considerable la resistencia de un concreto convencional? ó por el contrario ¿Es tan poca la pérdida de asentamiento que no afecta las características de resistencia convencional?

1.4 HIPÓTESIS.

Teniendo en cuenta que las características del concreto en estado fresco influyen directamente en su propiedades en estado endurecido, es posible que luego de realizar cada uno de los ensayos previstos se observe una variación en la resistencia generada no solo por la pérdida de asentamiento sino de igual forma la influencia de las condiciones ambientales a las cuales se encuentra expuesto el concreto en el lapso de una hora. Por lo tanto es posible que la temperatura del ambiente, el viento, la humedad relativa, la temperatura de la mezcla, el contenido de aire y las características de la mezcla influyan directa o indirectamente en el asentamiento generando una posible consecuencia a largo plazo en la resistencia del concreto.

De esta forma es posible esperar que los resultados obtenidos luego de 28 días de curado de los cilindros varíen acorde a las muestras realizadas a penas llego la mezcla a comparación de las que se realizaron una hora después, permitiendo establecer que no solo la perdida de asentamiento en una mezcla de concreto influye considerablemente en la resistencia del mismo sino factores ambientales, la temperatura de la mezcla y el contenido de aire de la misma.

1.5 JUSTIFICACIÓN.

Constantemente el hombre busca crear estructuras que sean más duraderas y con una excelente calidad, buscando dichos propósitos se han implementado una serie de ensayos para poder garantizar la calidad en las características de las mezclas brindadas por las distintas compañías que proveen el concreto. Es por esta razón que el ensayo de asentamiento es importante ya que a través de él, es posible realizar una comparación del mismo con los efectos que puedan repercutir en las resistencias esperadas en el concreto endurecido.

Dada la importancia que tienen las resistencias esperadas y utilizadas en los cálculos y diseños, para la seguridad de las personas que utilizan la construcción, el manejo adecuado del concreto es fundamental para poder garantizar las condiciones esperadas. Una forma de llevar a cabo esta garantía es mediante el uso del ensayo de asentamiento en campo al momento de la llegada de la mezcla a la obra, ya que este puede llevar a tomar decisiones tempranas.

De igual forma mediante este trabajo de grado se le quiere dar la importancia al ensayo de asentamiento, el cual se ha criticado y subestimado de distintas maneras y ocasiones por la sencillez de su elaboración, sin embargo, hay que tener en cuenta que el ensayo aporta gran información para poder determinar, tanto en el campo como en el laboratorio, las características tanto físicas como mecánicas (resistencia) para un buen uso y manejo del material.

1.6 OBJETIVOS.

A continuación se presentan los objetivos que se desean alcanzar mediante el desarrollo del trabajo de grado, los cuales son tomados como base para la metodología establecida en este proyecto.

1.6.1 Objetivo general.

Determinar la pérdida de asentamiento en una mezcla de concreto de 3000 PSI para establecer los efectos de la misma en la resistencia de un concreto convencional.

1.6.2 Objetivos Específicos.

- Documentar la importancia del ensayo de asentamiento para determinar la fluidez o consistencia del concreto y su efecto en la resistencia a la compresión del concreto endurecido.

- Establecer la relación que existe entre el asentamiento del concreto y la resistencia del mismo, para establecer la importancia de dichos parámetros en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

- Determinar las ventajas y desventajas generadas por la pérdida de asentamiento en una mezcla de concreto de 3000 PSI sobre la resistencia a la compresión.

1.7 DEFINICION DE TÉRMINOS BÁSICOS

Áridos: Es el material granular e inerte, natural o artificial, que se utiliza como material de relleno en la mezcla de concreto. Los áridos se dividen en dos grupos, árido fino y árido grueso.

El árido fino es el que pasa por un tamiz de 4,76 mm, también llamado arena, que se emplea para preparar el mortero.

El árido grueso es el que queda retenido en el tamiz de 4,76 mm, también llamado grava y se utiliza para preparar el hormigón.

Asentamiento: Es una prueba sencilla, fácil de hacer y relativamente de bajo costo, que se realiza acorde a las especificaciones de la NTC–396 [20] para establecer la fluidez de la mezcla de concreto.

Cemento: Es un conglomerante, que se endurecerse bajo el agua y en el aire y produce compuestos mecánicamente resistentes. Se presenta en forma de polvo y su obtención se origina de la trituración de rocas duras (caliza y arcilla) para luego quemarlas a 1.500 °C en un horno rotatorio y que posteriormente se muele con el yeso y otras adiciones.

Contenido de aire: Esta prueba determina la cantidad de aire que puede contener una mezcla de concreto en estado fresco excluyendo cualquier cantidad de aire que puedan contener las partículas de los agregados. Por esta razón este ensayo es aplicable para concretos con agregados relativamente densos.

Dosificación: Es el proceso mediante el cual se establecen las proporciones apropiadas de los materiales que componen al concreto, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o un buen acabado.

Exudación: Es una forma de segregación donde el flujo de agua capilar del agua del agua de mezclado sale y se deposita en la superficie del concreto recién colocado y compactado.

Fraguado: Es la condición alcanzada por una pasta de cemento, concreto o mortero cuando se inicia la perdida de plasticidad y fluidez, que corresponde al

fraguado inicial de la mezcla, luego se produce el endurecimiento de la mezcla con ganancia de la resistencia que se denomina fraguado final, que se determina mediante el aparato de Vicat, con el cual se mide el tiempo.

Masa unitaria: Es la relación entre la masa del concreto y el volumen conocido del recipiente que la contiene, esta se encuentra entre 1800 – 2400 kg/m^3.

Mezcla de concreto: Es el material resultante del amasado de los componentes dosificados de acuerdo al diseño de la mezcla para producir un concreto trabajable, resistente, durable y económico. Para el diseño de las mezclas de concreto es importante tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Peso específico del cemento
- Relación agua/cemento.
- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Forma y textura de los agregados

Resistencia a la compresión: Se puede definir como la fuerza máxima que actúa en una misma dirección sobre un espécimen de concreto o de mortero. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm2) a una edad especifica y se le designa con el símbolo f’c.

Segregación: Es la separación del agregado grueso de los componentes de la mezcla de concreto hidráulico de modo que su distribución deja de ser uniforme.

Trabajabilidad: Es la facilidad o dificultad que presenta la mezcla de concreto fresco para ser transportada, colocada, consolidada y acabada.

Temperatura ambiente: Es la temperatura del ambiente que rodea la mezcla y que se puede medir con un termómetro, por lo que, si se toma en varios puntos del área a un mismo tiempo puede variar.

Temperatura de la mezcla: Es la temperatura del concreto recién mezclado que de acuerdo a la NTC – 3357 [25] debe estar entre 10 – 29°C en climas cálidos, sin embargo la máxima establecida es de 32°C, puesto que cuando la temperatura es mayor se genera una hidratación más rápida pero deficiente dando lugar a un fraguado acelerado. Es importante tener en cuenta la temperatura de la mezcla de concreto que está regida por el aporte calorífico de cada uno de los componentes de la mezcla y la temperatura ambiente.

2. FUNDAMENTOS TEORICOS

En este capítulo se presenta la base teórica utilizada para el desarrollo del trabajo de grado. Se parte de la definición de concreto, luego se presentan las características del concreto en estado fresco y endurecido y por último se realiza una descripción sobre el campus de Cajicá, detallando la información sobre las especificaciones establecidas por la universidad para la mezcla de concreto que se debe utilizar en la construcción del edificio de laboratorios de Ciencias Básicas.

2.1 DEFINICIÓN DEL CONCRETO.

Material resultante de la mezcla de cemento con áridos (grava y arena) y agua. El cemento, mezclado con agua, se convierte en una pasta con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y endurece tornándose un material de consistencia pétrea.

Para poder modificar algunas de sus características, se pueden añadir aditivos o adiciones, existiendo una gran variedad de ellos como los colorantes, acelerantes, retardantes de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc.

Su empleo es habitual en obras de arquitectura e ingeniería, tales como edificios, puentes, diques, puertos, canales, túneles, etc. Incluso en aquellas edificaciones cuya estructura principal se realiza en acero, su utilización es imprescindible para conformar la cimentación de una obra.

2.2 PROYECTOS DE GRADO SOBRE LA INFLUENCIA DEL ASENTAMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO.

A la fecha, en ninguna de las universidades que tienen el programa de “Ingeniería civil” se encontró algún trabajo de grado o tesis que se relacione con los efectos que puede tener la perdida de asentamiento en la resistencia de un concreto de 3000 PSI. Por lo tanto este trabajo de grado se basa en dos artículos publicados por la revista Noticreto perteneciente a Asocreto en las cuales se realiza un estudio detallado de la importancia del ensayo de asentamiento.

La realización de este proyecto permite establecer y dar la importancia a pequeños factores que puedan afectar la resistencia en un lapso de tiempo determinado utilizando los conceptos adquiridos durante el desarrollo de las asignaturas relacionadas con este material.

2.3 CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

“El concreto en estado fresco es realmente una suspensión concentrada de partículas sólidas (agregados) en un liquido viscoso (pasta de cemento), la pasta de cemento a su vez no es un fluido homogéneo y está compuesta de partículas (granos de cemento) en un liquido (agua). Por lo tanto el concreto en estado fresco en una escala macroscópica fluye como un líquido.” (Web: Concreto.com, Capitulo 4.) Existen una serie de propiedades que el concreto presenta en estado fresco entre las que se encuentran: La manejabilidad, consistencia, plasticidad, segregación y exudación.

A continuación se mostrarán las propiedades más importantes del concreto en estado fresco:

2.3.1 Temperatura.

La temperatura de la mezcla de concreto al momento del mezclado está influenciada por la temperatura ambiente, la humedad relativa, la velocidad del viento, la radiación solar y la temperatura de sus ingredientes.

La temperatura de la mezcla de concreto afecta las propiedades en estado fresco especialmente el contenido de aire y el asentamiento. Por dicha razón es necesario verificarla con un termómetro de bolsillo conforme a la norma NTC–3357 [25].

Según la normatividad la temperatura de la mezcla de concreto debe estar entre 10 – 29°C en climas cálidos, sin embargo la máxima establecida es de 32°C, puesto que a mayor temperatura se genera una hidratación más rápida dando lugar a un fraguado acelerado.

Es importante tener en cuenta la temperatura de la mezcla de concreto que está regida por el aporte calorífico de cada uno de los componentes de la mezcla y la temperatura ambiente. De esta última es importante destacar que al presentarse altas temperaturas se reduce la trabajabilidad del concreto afectando el desempeño del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido ya que se presentaría una disminución en la resistencia después de los 28 días con respecto a las mezclas con temperaturas normales, en la Tabla 1 se presentan las temperaturas recomendadas por el concreto.

Tabla 1 Temperaturas del concreto recomendadas.

TEMPERATURAS DEL CONCRETO RECOMENDADAS			
Linea	Temperatura del aire	Tamaño de la sección, dimensión mínima, mm.	
		< 300 mm (<12)	300 a 900 mm (12-36)
TEMPERATURA MINIMA DEL CONCRETO VACIADO Y MANTENIDO			
1	-	13°C (55°F)	10°C (50°F)
TEMPERATURA MINIMA DEL CONCRETO MEZCLADO PARA LA TEMPERATURA DEL AIRE INDICADA *			
2	< - 1°C(30°F)	16°C(60°F)	13°C(55°F)
3	- 18 a - 1°C(0 - 30°F)	18°C(65°F)	16°C(60°F)
4	> - 18°C(<0°F)	21°C(70°F)	18°C(65°F)
PÉRDIDA GRADUAL MÁXIMA DE TEMPERATURA PERMISISIBLE, 24 HORAS DESPUÉS DEL FINAL DE LA PROTECCIÓN			
5	-	10°C(50°F)	5°C(40°F)

**Para climas más frios se proporciona un margen mayor de temperatura entre el concreto mezclado y la temperatura minima requerida para el concreto fresco colocado.*
Fuente: http://www.concretonline.com/pdf/00hormigon/art_tec/basf04.pdf [12]

Las altas temperaturas en la mezcla de concreto requieren más agua de mezcla para alcanzar el asentamiento requerido, se incrementa la velocidad de la pérdida de asentamiento, se aumentan las retracciones térmicas con posibilidad de agrietamiento, ya que la pérdida de humedad es mayor.

La hidratación del cemento causa un incremento de temperatura de 5 a 8°C (10 a 15 °F) por 45 kg (100 lb) de cemento. El incremento en la temperatura del concreto debido a la hidratación del cemento es directamente proporcional a su contenido. El cemento Tipo III (altas resistencias tempranas) se puede utilizar para alcanzar menor tiempo de fraguado y altas resistencias tempranas, pero es necesario la utilización de cenizas volantes u otras adiciones puzolanicas en reemplazo parcial del cemento Portland para disminuir su temperatura. Además se utilizan aditivos retardantes para obtener el desempeño deseado del concreto para vaciados en climas calientes [11].

Los requisitos para obtener buenos resultados se basan en que la mezcla de concreto se coloque en capas para permitir la vibración adecuada; se cure y proteja de la pérdida de humedad y el congelamiento.

Según Powers y Helmut [11], la exposición de la mezcla de concreto a estados de congelamiento, genera una prueba severa al mismo, especialmente cuando el concreto se encuentra en el proceso de hidratación, ya que genera un aumento de volumen del agua presente en la mezcla, que causaran esfuerzos internos, los cuales producirán fallas del material.

Para controlar el congelamiento y deshielo de las mezclas de concreto, se ha encontrado que la inclusión de aire sin embargo, evita los daños ocasionados por el efecto mencionado. La utilización de agentes descongelantes no es recomendable dado que presenta efectos dañinos para la mezcla. Según lo establecido por Litvan (1975, 1976)[11], los agentes descongelantes pueden provocar un elevado grado de saturación en el hormigón, considerándose esta la principal causa de su efecto perjudicial.

Las bajas temperaturas en la mezcla de concreto afectan la calidad del concreto al reducir el desarrollo de resistencias, prolongar el tiempo de fraguado e incrementar el potencial de agrietamiento por retracciones plásticas. El tiempo de fraguado, resistencia, durabilidad y otras propiedades deseadas del concreto se pueden obtener en clima frío siguiendo los siguientes parámetros:

- Planear previamente los vaciados en climas fríos
- Uso de ingredientes tibios en el concreto
- Evitar el congelamiento del concreto

2.3.2 Manejabilidad.

La manejabilidad es una propiedad de la mezcla de concreto mediante la cual se puede establecer la capacidad para ser colocado, transportado y consolidado sin que se segregue. Sin embargo algunos autores consideran la anterior definición como una descripción “vaga” de esta propiedad del concreto.

“…El Road Research Laboratory, de la Gran Bretaña, define la manejabilidad en términos de capacidad de compactación, ya que al consolidar la mezcla dentro de una formaleta, hay que vencer la fricción interna que se presenta entre las distintas partículas de los materiales que la componen y una fricción externa o superficial entre el concreto y la superficie de cimbra o de refuerzo, con el fin de extraer el aire naturalmente atrapado y lograr la mayor densidad posible” Cap. 5. P. 111 Tecnología del concreto- SANCHEZ DE GUZMAN, Diego [16].

2.3.2.1 Determinación de la manejabilidad.

Actualmente no se conoce un método único para medir la manejabilidad de una mezcla de concreto, sin embargo, algunos ensayos permiten la correlación de esta propiedad del concreto en estado plástico con otras características. Uno de esos ensayos es el del asentamiento con el cono de Abrams.

Este ensayo permite determinar la consistencia o fluidez de la mezcla de concreto, según la norma técnica colombiana (NTC–396) [20] “Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto”, que es apropiada en aquellas mezclas plásticas y trabajables cuyos valores de asentamiento se encuentran aproximadamente en un rango de 2,5 cm (1”) y 17,5 cm (7”). Por lo tanto, para

mezclas muy secas y ásperas, con un exceso de agregados gruesos y angulares no se deben emplear.

El ensayo de asentamiento se considera como un medio para detectar cambios en la granulometría de los agregados, cambios en el contenido de cemento y aditivos, temperatura y cantidad de aire incluido. Por lo tanto la realización de este ensayo es considerada como un indicador de las variaciones que puede sufrir una mezcla durante el tiempo de producción de la misma.

2.3.2.2 Factores que influyen en la manejabilidad.

Existen varios factores que afectan la manejabilidad de una mezcla de concreto en estado plástico que son:

Contenido de agua de mezclado: A pesar de los estudios sobre la determinación del agua necesaria para obtener una consistencia específica, no se ha podido establecer una fórmula que incluya los factores que afectan este requerimiento. Sin embargo resientes investigaciones han establecido que el contenido de agua de una mezcla se encuentra en función del requerimiento de agua del cemento (bien sea portland o con adiciones); granulometría del agregado; contenido de finos, tamaño máximo, textura y forma de las partículas, contenido de aire y la consistencia de la misma.

Una de las razones por las cuales aun no se ha logrado establecer una formula o procedimiento especifico para el requerimiento de agua se debe a las muchas variables que se deben considerar, algunas de las cuales aun no se han logrado medir de manera correcta como la lubricación de la pasta de cemento y la variedad en la forma de las partículas de los agregados. Por esta razón el método

más común para establecer el requerimiento de agua de un concreto o un mortero es mediante el procedimiento de prueba y error con los materiales que se van a utilizar.

Otro método más sencillo es mediante el uso de tablas o ábacos los cuales presentan una limitante ya que solo permiten establecer valores aproximados. Dichas tablas correlacionan el tamaño máximo del agregado con la consistencia en el cono de Abrams del concreto.

Según el Ingeniero Diego Sánchez de Guzmán [17], se realizó una investigación para establecer la correlación del contenido de agua con el asentamiento, medido en el cono de Abrams, para diversas granulometrías y partículas de forma redondeada con textura lisa y para partículas de forma cubica con textura rugosa. Los resultados obtenidos en el comportamiento del valor del asentamiento en relación con el requerimiento de agua se ajustan a la siguiente ecuación:

$$Y - Y_0 = b(X - X_0)^{\frac{1}{3}}$$

Donde: Xo y Yo: Coordenadas del punto de inflexión de una curva en forma de "S".

Acorde a lo planteado anteriormente es posible establecer que: *"la fluidez de la pasta influye considerablemente en la manejabilidad de la mezcla de concreto ya que para una cantidad determinada de pasta y agregados, la plasticidad de la mezcla dependerá de las proporciones de cemento y agua en la pasta." Cap. 5. P. 120 Tecnología del concreto - SANCHEZ DE GUZMAN, Diego* [17].

Teniendo en cuenta que la pasta fresca es una suspensión y no una solución de cemento en agua y entre mas diluida esta sea, mayor será el espacio entre partículas de cemento, por lo tanto, la estructura de la pasta es más débil sin importar el estado de hidratación del cemento, esta es una de las razones por las

cuales en mezclas plásticas, la resistencia del cemento varía en función inversa de la relación agua-cemento (A/C), la cual es una manera de manifestar el grado de fluidez de la pasta.

Contenido de aire: Durante el proceso de mezclado el concreto atrapa un volumen de aire que varía en cantidad y tamaño de las burbujas, el cual se libera posteriormente en el proceso de compactación, para densificar la masa endurecida lo que llevaría al aumento de la resistencia.

Sin embargo en algunas ocasiones para mejorar la cohesividad y la durabilidad del concreto, además de aumentar su manejabilidad permitiendo una mejor movilidad de los agregados se introduce aire intencionalmente en la mezcla en forma de pequeñas burbujas (>1 mm de diámetro) que son distribuida uniformemente y aisladas unas de otras.

Por lo tanto, cuando se posee una misma consistencia es posible reducir el contenido de agua hasta el 3% por cada 1% de aire incluido, permitiendo disminuir la relación agua-cemento (A/C) recuperando parte de la resistencia que se pierde por la presencia de aire en el concreto.

Tabla 2 Contenido de aire en mezclas de concreto para varios tamaños de agregado grueso.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Contenido de aire naturalmente atrapado (promedio) %	Contenido de aire total recomendable (atrapado + incorporado) %
mm	pulg.	%	%
9.51	3/8	3	4.5 - 7.5
12.5	1/2	2.5	4.9 - 7.0
19.1	3/4	2	3.5 - 6-0
25.4	1	1.5	3.0 - 6.0
38.1	1 1/2	1	2.5 - 5.5
50.8	2	0.5	2.0 - 5.0
76.1	3	0.3	1.5 - 4.5
152.0	6	0.2	1.0 - 4.0

Fuente: Diego Sánchez de Guzmán [18].

En la Tabla 2 se presenta el contenido de aire naturalmente atrapado y la cantidad de aire total recomendado por el código A.C.I – 211, que se encuentra en función del tamaño máximo nominal del agregado.

Gradación de los agregados: Este factor es muy importante ya que si los agregados se encuentran mal gradados se presentara un exceso de vacios que debe ser llenado con el mortero.

Se debe evitar el uso de arenas muy finas ya que requieren altos contenidos de cemento y agua, por otro lado, las arenas muy gruesas dan mezclas ásperas y con poca cohesión, por lo tanto, para que una mezcla tenga una adecuada manejabilidad el modulo de finura debe estar en el rango de 2.2 y 3.0. Sin embargo, en algunos casos es posible utilizar arenas que se salgan del rango anterior que está estipulado en la NTC-174 [19], mediante una combinación optima con los agregados gruesos.

Forma y textura superficial de los agregados: Este es otro de los factores que puede afectar la manejabilidad de una mezcla fresca de concreto. Para lo cual es conveniente utilizar agregados naturales (cantos rodados y arenas de rio) que los que se obtiene por trituración, ya que los agregados gruesos con partículas alargadas, de forma cubica o aplanada y textura rugosa necesitan más cantidad de pasta en la mezcla para obtener una manejabilidad comparable a los agregados aluviales, que se caracterizan por tener forma redondeada y textura lisa.

Pero si se va a utilizar agregados triturados lo ideal es que el porcentaje de partículas alargadas y planas no sea mayor al 15% esto con el fin de no afectar la manejabilidad de la mezcla.

Relación arena-agregados: Al poseer en una mezcla de concreto un alto porcentaje de arena es necesario añadir más pasta para que la mezcla sea resistente, dando una apariencia pastosa.

Por otro lado, si la mezcla de concreto presenta un bajo porcentaje de arena es difícil de manejar, colocar y terminar, presentándose la tendencia a la segregación y la exudación por ser una mezcla poco cohesiva dando una apariencia piedruda o áspera por el exceso de agregado grueso.

Según la NTC 174 [19], el valor de la relación arena-agregados debe estar entre 0.38 (arenas finas) y 0.42 (arenas gruesas) para mezclas de consistencia plástica o normal, para mezcla de consistencia húmeda o muy húmeda este valor se encuentra entre 0.42 y 0.48

Aditivos: Los aditivos se utilizan para mejorar ciertas características de la mezcla de concreto como por ejemplo la manejabilidad, sobre todo cuando hay deficiencia de agregados finos, que según la NTC 1299 [23], los clasifica en aditivos reductores de agua y aditivos reductores de agua de alto rango, mejor conocidos como súper plastificantes, que permiten aumentar la plasticidad de una mezcla sin aumentar su contenido de agua o también reducir el contenido de agua manteniendo la misma relación agua/cemento (A/C) para una consistencia dada.

Condiciones climáticas: La radiación solar, la temperatura, la humedad relativa y el viento son factores externos que afectan la manejabilidad de una mezcla de concreto y su consistencia. Por ejemplo, la radiación solar y el viento producen la evaporación del agua de mezclado y la mezcla se endurece más rápido y por

consiguiente se pierde la manejabilidad. Por otro lado, si hay lluvia la humedad de la mezcla aumenta generando segregación, y aumentando la relación agua cemento (A/C) con pérdidas en la resistencia.

Hay que tener en cuenta otro factor externo, como la temperatura ambiente ya que la plasticidad de una mezcla de concreto en clima cálido es más corta que en clima frio.

Condiciones de producción y colocación: Existen otros factores externos que influyen en la manejabilidad de una mezcla teniendo en cuenta que las condiciones de producción, colocación y tipo de obra no son iguales en todos los casos, como:

- Dosificación (manual, semiautomática, automática por peso, volumen y precisión).
- Métodos de mezclado (manual y mecánico).
- Sistema de transporte (mixer, carretilla, bandas, tuberías, etc.).
- Sistemas de colocación (baldes, grúa, bombeo, tubería, etc.).
- Tipo de compactación (manual, vibrador de aguja, de formaleta, regla vibradora, rodillo vibrante, etc.).
- Tipo de acabado (textura lisa, rugosa, estampada, etc.).
- Tipo de obra (según dimensiones y características de los elementos estructurales).

2.3.3 Masa unitaria y contenido de aire atrapado del concreto (NTC–1926).

El objeto del ensayo es determinar la masa por metro cubico de concreto fresco para calcular el rendimiento volumétrico, el contenido de cemento, y el contenido

de aire cuyo rango varía entre 2240 a 2400 kg/m^3. El rendimiento se define como la sumatoria de las cantidades de los materiales componentes del concreto dividido por la masa unitaria obtenida en el ensayo. Si se utiliza la cantidad correcta de materiales y el adecuado procedimiento de mezclado se debería obtener un rendimiento exacto.

La determinación del contenido de aire atrapado de la mezcla de concreto fresco se realiza con el fin de verificar si el concreto cumple con lo especificado por el cliente, según el método de presión que se establece en la NTC-1032 [22]. El contenido de aire del concreto según la NTC-1926 [24] se determina de la siguiente manera:

$$A = [(T-M) / T] * 100$$

Ó

$$A = [(Y-V) / Y] * 100$$

Donde:

A = contenido de aire de la muestra (% de vacios).

T = masa teórica del concreto, asumiéndola de ausencia de aire. Kg/m^3.

M = masa unitaria del concreto, Kg/m3.

Y = volumen de concreto resultante por bachada (rendimiento). M3.

V = volumen total absoluto de los componentes en la bachada m3.

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.

El concreto al llegar al estado endurecido continuara aumentándola resistencia con la edad y a medida que prosigue el proceso de hidratación del cemento, si al

mismo tiempo se garantiza un curado húmedo al concreto de manera continua desde el momento en que se ha colocado hasta cuando haya alcanzado la resistencia deseada.

2.4.1 Factores que influyen en la resistencia.

El concreto se ve influenciado por una serie de factores que intervienen directamente en la resistencia del concreto en estado endurecido, entre los cuales encontramos los siguientes:

Contenido del Cemento: Es uno de los componentes más importantes de la mezcla de concreto, por esto la dosificación de este material sirve para garantizar la resistencia del concreto junto con la relación agua-cemento que cuando baja pude generar un aumento de la resistencia mientras que si es alta conlleva a resistencias muy bajas.

Agregados: Es otro de los componentes importantes que influyen en la resistencia del concreto ya que de las características que posea afectará en gran medida al concreto.

Entre los parámetros importantes que poseen los agregados encontramos: la forma y textura, la cual influye en la resistencia ya que está relacionada con la adherencia de estos dos materiales cemento-agregados, siendo mayor en los áridos cúbicos y rugosos que en los redondeados y lisos.

La granulometría del agregado es un factor a tener en cuenta ya que una máxima densidad debido a la máxima compacidad de la granulometría continua con respecto a la discontinuidad y la mal gradada le aporta a la mezcla una mayor resistencia.

Además los agregados bien gradados con un tamaño máximo alto poseen una menor área superficial y a la vez una menor cantidad de vacios, lo que conlleva una menor cantidad de pasta o mortero que los que poseen un tamaño máximo menor.

Fraguado del concreto: Es otro de los factores importantes relacionados con la resistencia, ya que determina la velocidad con la cual el concreto pasa del estado plástico a endurecido.

Con este parámetro se puede determinar si es necesaria la utilización de otros productos como son los aditivos para la manipulación correcta del concreto respecto a los tiempos de mezclado transporte y colocación del material, los cuales afectan la resistencia del concreto.

Edad del concreto: Este factor incide en la resistencia del concreto, ya que está relacionada con el tiempo que tarda en alcanzar su máxima resistencia que se genera desde el momento en el que termina el proceso de fraguado final hasta los 28 días.

Curado del concreto: Como el cemento necesita de una adecuada hidratación para alcanzar su resistencia hay que garantizar que la humedad sea la apropiada, ya que durante la etapa de fraguado y debido a la exposición continua del material al aire y temperatura, la mezcla pierde una cantidad considerable de agua. Por

tal motivo la resistencia del concreto se ve afectada, y es por medio del proceso del curado donde se garantiza la hidratación constante de las partículas de cemento y el control de la temperatura para alcanzar las resistencias esperadas.

Temperatura: La temperatura es un factor externo a tener en cuenta ya que este puede mejorar las resistencias tempranas en el proceso del curado del concreto. Sin embargo esta tiene que ser controlada ya que puede reducir la cantidad de agua necesaria para una adecuada hidratación del cemento y conllevar a perdidas de resistencia.

2.4.2 Determinación de la resistencia a la compresión.

Las mezclas de concreto se diseñan con el fin de cumplir con las propiedades mecánicas y según durabilidad de los requerimientos de diseño de las distintas estructuras. La determinación de la resistencia a la compresión es el ensayo que más se usa para confrontar la calidad del concreto utilizado en la construcción de los edificios y otras estructuras.

Para determinar la resistencia mecánica a la compresión, se utilizan las normas NTC-550 [21] y NTC-673 [22], las cuales especifican que el ensayo se debe realizar en probetas cilíndricas que se funden en moldes metálicos con un diámetro de 150 mm y una altura de 300 mm, que se llena en tres capas de igual altura y se apisonan con 25 golpes.

Los especímenes se deben curar, con el fin de impedir la pérdida de humedad y garantizar la hidratación de las muestras al sumergirlas en agua con cal a temperaturas entre los 23°C ± 2°C.

Para determinar la resistencia del concreto a la compresión las probetas se someten a la aplicación de cargas uniformes en las dos caras después del capinado, a una velocidad estipulada.

2.5 DESCRIPCION DEL PROYECTO DEL CAMPUS DE CAJICA

Dado al crecimiento irreversible que se viene manifestando tanto de alumnos como de las distintas actividades diarias que desarrolla la Universidad Militar Nueva Granada, esta, al verse limitada en sus instalaciones físicas ha optado por la implantación de una nueva sede la cual se ubica en el municipio de Cajicá.

El proyecto del Campus Cajicá Nueva Granada es el escenario donde la Universidad quiere trabajaren la ampliación de la cobertura que comprende una serie de megaproyectos para consolidar de una gestión académica y administrativa. Esto será posible en un ambiente como el del Campus, con espacios abiertos y amplios para albergar un mayor número de estudiantes, los cuales contaran con un desarrollo tecnológico óptimo acompañado de escenarios reales para aplicar lo aprendido

El terreno que conforma el Campus Nueva Granada constituye un área aproximada de 75,5 hectáreas, apropiada para la ampliación de la planta física, además de la adecuación de espacios complementarios en el que se ubiquen y crezcan las diversas facultades y sus programas.

- En el Esquema General del Proyecto se establecen los elementos constitutivos del Campus Nueva Granada, con una visión prospectiva del desarrollo pleno entre tod Vestieres y lockers de auxiliares de campo.

os los elementos constructivos y de espacio abierto. Este esquema se sustenta en la identificación de las necesidades, características y calidades del Proyecto Educativo Institucional, acerca del cumplimiento de la Misión de la Universidad.

El proyecto contempla la ejecución de modernas edificaciones, para integrar salones y laboratorios de acuerdo con los requerimientos de las facultades y del personal administrativo. Cada Facultad estará compuesta por cafetería, sala de Internet, hemeroteca, aulas y auditorios.

Del mismo modo la universidad tendrá servicios adicionales tales como: Edificio de Departamentos y Centros, Bienestar Universitario, Edificio de Informática y Telecomunicaciones, Centro Administrativo, Biblioteca, Aula Máxima, Centro de Atención a la Comunidad, Sede Social, Centro Religioso, Cafetería, Polideportivo, Complejo Acuático, Centro Comercial, Concha Acústica, Estadio, entre otras.

2.5.1 Laboratorio de Biología

El edificio de Ciencias Básicas del Campus Cajicá de la Universidad Militar Nueva Granada consta de dos pisos. Cuenta con un área de 1879.35 m^2. En el primer piso, se encuentran los laboratorios correspondientes al área de química y biología aplicada. La distribución del área del primer piso de este edificio se encuentra distribuida de la siguiente manera:

- Baño de hombres
- Baño de mujeres
- Bodega de herramientas de campo
- Cuarto de aseo
- Depósito de desechos de los laboratorios
- Deposito de insumos agrícolas

- Deposito de químicos
- Deposito vidriería
- Sala de lavado y autoclavado
- Vestieres y lockers auxiliares del laboratorio.
- Laboratorio de biotecnología vegetal
- Laboratorio de control biológico
- Laboratorio de ecología y biodiversidad
- Laboratorio de embriología
- Laboratorio de entomología
- Laboratorio de fitopatología
- Laboratorio de fisiología animal
- Laboratorio de horticultura
- Laboratorio de microscopia
- Laboratorio de suelos y malacofauna
- Laboratorio múltiple

En el segundo piso, se encuentran los laboratorios correspondientes al área de química, biología aplicada y física. La distribución del área del segundo piso de este edificio se encuentra distribuida de la siguiente manera:

- Baño de hombres
- Baño de mujeres
- Cuarto de aseo
- Cuarto técnico de fuerza
- Cuarto técnico de sistemas
- Depósito de desechos de laboratorio
- Laboratorio de bioquímica

- Laboratorio de cultivo de tejidos
- Laboratorio física cuántica y ondas
- Laboratorio de física eléctrica y magnetismo
- Laboratorio de física mecánica
- Laboratorio de física moderna
- Laboratorio de física óptica
- Laboratorio de hidrobiología
- Laboratorio de química inorgánica
- Laboratorio de química inorgánica II
- Laboratorio múltiple I
- Oficina I
- Oficina II

2.5.2 Especificaciones para los materiales de construcción de laboratorio de biología.

Para los diferentes elementos estructurales que se realizaron en el edificio de los laboratorios de Ciencias Básicas en campus Cajicá de la Universidad Militar Nueva Granada, se utilizó un concreto diseñados, dosficado y mezclado en planta, transporto con ciertas condiciones que permitan garantizar y mantener la calidad del producto.

- Resistencia a la compresión de 3000 psi-21MPa.
- Asentamiento 4 ± 1” (102 ± 25 mm).
- Tamaño máximo nominal del agregado 3/8”, 1/2”, 3/4”, 1” (9.5 mm, 12,5 mm, 19 mm, 25 mm).

- Fraguado inicial a las 4 horas.

- Fraguado final las 10 horas.

- El concreto utilizado en la obra no presenta ningún tipo de aditivos.

3. METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta la descripción del procedimiento realizado en el Campus de la Universidad Militar Nueva Granada en el municipio de Cajicá, para la caracterización de la mezcla de concreto que se está utilizando en la construcción del edificio de los laboratorios del programa de Biología. De igual forma se presenta el registro de cada uno de los datos obtenidos en el campo los cuales son de gran utilidad para el análisis de resultados que posteriormente se realizará.

Debido a que la empresa Argos no facilitó las características de los componentes del concreto, áridos y cemento, ni la dosificación de la mezcla, no fue posible establecer si los materiales utilizados en la mezcla cumplían con las especificaciones, lo cual impidió tener un mejor análisis de los resultados que posteriormente se obtendrían de la mezcla tanto en estado fresco como en estado endurecido.

3.1 REGISTRO DE LOS ENSAYOS Y MEZCLAS

Durante la realización de los ensayos en campo se manejo un formato para llevar el registro detallado de la fecha y hora de llegada de la mezcla de concreto fresca a la obra. De igual forma se llevo un registro fotográfico de todos los ensayos realizados a las mezclas frescas y endurecidas del concreto.

Cuando la mezcla A de concreto llega a la obra, lo primero que se hace es tomar la temperatura ambiente y la temperatura de la mezcla por un lapso de cinco (5) minutos, posteriormente, se le realiza el ensayo de asentamiento y se le determina su contenido de aire, y por último se elaboran dos (2) cilindros de concreto.

Con la muestra B del concreto fresco y una hora después de su llegada a la obra se le caracteriza con los mismos ensayos utilizados para la caracterización de la muestra A; y el mismo procedimiento estipulado en las normas NTC.

En el Anexo 1 se presenta el formato con el registro de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos realizados “in situ”, para las diez mezclas de concreto recién llegado (A) y una hora después (B) de llegar a la obra. En los anexos 2 y 3se presentan los registros de datos de la realización de los ensayos de resistencia a la compresión de los cilindros, necesarios para el desarrollo de trabajo de grado.

3.2 TEMPERATURA DE LA MEZCLA Y DEL MEDIO AMBIENTE.

La temperatura de la mezcla de concreto y la temperatura del medio ambiente afectan la velocidad de fraguado del concreto. A mayor temperatura, el concreto endurece más rápido lo cual genera problemas en la manejabilidad del mismo.

El registro de las temperaturas es fundamental para identificar que tanto influyen las mismas en el lapso de una hora en las propiedades del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido.

Para realizar dicho procedimiento, inicialmente se deja el termómetro en un lugar cercano a donde se vaya a colocar la mezcla, cuando llega el concreto se realiza la lectura inicial correspondiente a la temperatura ambiente como se muestra en la Figura 1.

	
Figura 1 Temperatura ambiente	**Figura 2** Temperatura de la mezcla

Posteriormente, se toma el termómetro y se introduce en la mezcla de concreto por un lapso de cinco (5) minutos para establecer la temperatura con la cual llega la mezcla a la obra, tal como se muestra en la Figura 2.

Después de tomar la temperatura ambiente y de la mezcla de concreto recién llegado, se vuelve a realizar el mismo proceso, cinco (5) minutos antes de cumplirse la hora, se deja expuesto el termómetro en las condiciones ambientales en las cuales se encuentra la mezcla, generalmente en la sombra. Cumplida la hora se toma el registro arrojado por el termómetro de la temperatura ambiente. Posteriormente se introduce nuevamente el termómetro en la mezcla de concreto para establecer la temperatura de la misma una hora después de su llegada a la obra. En la tabla 1 se presentan los promedios, coeficientes de variación, desviación estándar, temperatura máxima y mínima del ensayo de la temperatura.

Tabla. 1 Temperatura ambiente y de mezcla

Mezcla	Temperatura Ambiente °C		Temperatura Mezcla °C	
	Inicial	1 Hora despues	Inicial	1 Hora despues
1	20,10	22,80	21,80	20,00
2	23,10	22,50	23,90	22,80
3	24,30	21,00	24,50	22,80
4	18,80	16,00	22,90	21,70
5	18,20	18,30	22,20	21,40
6	19,40	22,00	24,60	23,80
7	20,60	21,20	25,60	24,50
8	18,10	16,80	22,10	22,00
9	17,70	18,80	23,70	21,30
10	19,00	20,00	22,90	20,50
Promedio	19,93	19,94	23,42	22,08
D. Estandar	2,19	2,38	1,25	1,41
C. Variacion	11,01	11,95	5,33	6,39
T. Máxima	24,30	22,80	25,60	24,50
T. Minima	17,70	16,00	21,80	20,00

3.3 ASENTAMIENTO (CONO DE ABRAMS)

A pesar de la sencillez de este ensayo y de la rapidez para hacerlo en obra, poca atención se le presta a las consecuencias que puede traer la pérdida del mismo en una mezcla de concreto. El ensayo se realiza el conforme a las especificaciones de la norma técnica colombiana (NTC–396) [20]. Para ello, se toma el cono húmedo, se coloca sobre una superficie antiabsorbente, plana y lisa.

Luego, se sostiene el cono en posición vertical, sin moverlo para evitar repetir el ensayo, se llena con tres capas de aproximadamente 6.5 cm de espesor cada una, que se compactan con 25 golpes de varilla por capa.



Figura 3 Asentamiento mediante el cono de Abrams.

Luego de enrazar se retira verticalmente, en un tiempo no mayor a 7 segundos. Luego se voltea el molde y se coloca la varilla horizontalmente encima del mismo con el fin de establecer el asentamiento obtenido en el ensayo.

El proceso realizado anteriormente, se efectuó una hora después con el mismo procedimiento para establecer el asentamiento registrado una hora después de la llegada de la mezcla a la obra. Los resultados obtenidos del asentamiento promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, y asentamiento máximo y mínimo se presentan en la tabla 2.

Tabla. 2 Asentamiento de la Mezcla.

Mezcla	Asentamiento (mm)	
	Inicial	1 Hora despues
1	109,98	38,10
2	88,90	63,50
3	114,30	63,50
4	101,60	88,90
5	114,30	63,50
6	114,30	25,40
7	114,30	63,50
8	114,30	50,80
9	165,10	114,30
10	152,40	50,80
Promedio	118,95	62,23
D. Estandar	22,71	25,01
C. Variacion	19,09	40,19
A. Máxima	165,10	114,30
A. Minima	88,90	25,40

3.4 CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO.

El ensayo de contenido de aire atrapado en la muestra se realizó teniendo en cuenta los procesos establecidos por la Norma Técnica Colombiana (NTC-1926) [24], consiste en colocar tres capas de la mezcla en la olla que se compactan con 25 golpes cada capa, luego con el mazo de caucho se dan 15 golpes por capa para cerrar los huecos dejados por la varilla.

Después de enrasar y limpiar los bordes del molde, se coloca la tapa a la olla, se abren los grifos y se agrega agua por uno de los grifos hasta que salga el agua clara por el otro grifo, se cierran los grifos, se bombea aire hasta que el manómetro llegue a la posición de 0, luego se deja salir el aire mediante una válvula y se toma la lectura directa del porcentaje de aire atrapado.(Figura 4)



Figura 4 Olla de aire.

Este procedimiento se realizo de igual forma una hora después de la llegada de la mezcla a la obra con el fin de establecer como se ve afectada una mezcla de concreto en su contenido de aire y manejabilidad. A continuación se presenta la tabla 3 con los resultados del contenido de aire de la mezcla recién elaborada y una hora después de recibida.

Tabla. 3 Contenido de Aire en la mezcla

Mezcla	Contenido de Aire (%)	
	Inicial	1 Hora despues
1	1,60	-
2	2,10	2,70
3	2,50	3,00
4	1,60	1,90
5	1,50	2,00
6	0,80	1,30
7	0,80	1,20
8	1,30	1,90
9	1,00	1,40
10	1,20	1,60
Promedio	1,44	1,89
D. Estandar	0,55	0,62
C. Variacion	38,06	32,68
C.A. Máxima	2,50	3,00
C.A. Minima	0,80	1,20

3.5 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO.

La resistencia a la compresión del concreto se realiza de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC-550[21] y NTC-673[22], en las cuales se especifica la utilización de las probetas cilíndricas para su determinación.

Para esto se tomaron dos cilindros, los cuales se llenaron en tres capas de igual altura, que se apisonan con una varilla estandarizada 25 veces, luego con un mazo de caucho se le da 15 golpes con el fin de cerrar los huecos dejados por la varilla.

Finalmente se enrasa y 24 horas después de realizar las probetas, se desencofran y se marcan para realizarle el curado con el fin de impedir la pérdida de humedad, y luego las muestras se fallan a una edad de 28 días, antes de tomarle las dimensiones y peso a cada una de ellas.



Figura 5 . Identificación de cilindros



Figura 6 Rotura de las probetas

.

Finalmente, para determinar la resistencia a la compresión del concreto a las probetas se le aplican cargas uniformes mediante una prensa hasta que falle. Los valores obtenidos se consignan en un registro de cada probeta para posteriormente compara los valores de resistencia obtenidos al momento de llegar la mezcla de concreto a la obra y una hora después de la llegada del mismo.

Luego se registra la falla obtenida en el espécimen de acuerdo a los de tipos de falla que se presentan en la norma. En la tabla 4 se presenta el promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, la resistencia a la compresión máxima y mínima.

Tabla. 4 Resistencia a la compresión

Mezcla	Resistencia a la compresión Kg/cm^2	
	Inicial	1 Hora despues
1	252,86	257,80
2	256,15	248,47
3	284,12	309,35
4	338,42	319,78
5	277,54	268,77
6	368,54	359,21
7	367,28	357,35
8	243,26	233,83
9	234,10	231,14
10	242,99	238,82
Promedio	286,53	282,45
D. Estandar	52,28	49,97
C. Variacion	18,25	17,69
R. Máxima	368,54	359,21
R. Minima	234,10	231,14

A continuación se presentan los resultados obtenidos de promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, valores máximos y mínimos de cada una de las probetas realizadas mediante el registro de sus respectivas dimensiones tales como altura, diámetro, peso y densidad, al igual que el registro de datos obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión teniendo en cuenta resistencia, carga aplicada y el tipo de falla obtenido. Dichos valores se presentan en la Tabla 5.

Tabla. 5 Características de las probetas.

CILINDRO No.	DIMENSIONES DE LAS PROBETAS								RESISTENCIA A LA COMPRESION					TIPO DE FALLA
	PROMEDIO ALTURAS (cm)		PROMEDIO DIAMETROS (cm)		PESO (Kg)	PROMEDIO PESO (Kg)	VOLUMEN (cm³)	DENSIDAD (g/cm³)	Cargar (kN)	PROMEDIO CARGA (kN)	Mpa (N/mm²)	kg/cm²	PROMEDIO (kg/cm²)	
1	**30,83**	**30,78**	**15,27**	**15,29**	12,20	**12,45**	**5651,02**	**2,20**	438,9	**423,40**	23,9	262,183	**252,86**	c. Cónica y transversal
2	**30,73**		**15,30**		12,70				407,9		22,2	243,534		d. Transversal
3	**30,80**	**30,83**	**15,20**	**15,22**	12,00	**12,15**	**5607,26**	**2,17**	432,2	**432,35**	23,5	257,795	**257,80**	c. Cónica y transversal
4	**30,87**		**15,23**		12,30				432,5		23,5	257,795		c. Cónica y transversal
5	**30,80**	**30,82**	**15,47**	**15,43**	12,25	**12,25**	**5764,96**	**2,12**	451,5	**437,15**	24	263,28	**256,15**	c. Cónica y transversal
6	**30,83**		**15,40**		12,25				422,8		22,7	249,019		d. Transversal
7	**30,73**	**30,78**	**15,43**	**15,45**	12,10	**12,20**	**5771,17**	**2,11**	427,7	**424,50**	22,9	251,213	**248,47**	d. Transversal
8	**30,83**		**15,47**		12,30				421,3		22,4	245,728		d. Transversal
9	**31,00**	**30,88**	**15,43**	**15,45**	12,55	**12,48**	**5789,91**	**2,15**	480,9	**485,70**	25,7	281,929	**284,12**	e. Columnar
10	**30,77**		**15,47**		12,40				490,5		26,1	286,317		d. Transversal
11	**30,83**	**30,82**	**15,57**	**15,52**	12,55	**12,58**	**5827,38**	**2,16**	532,5	**533,45**	28	307,16	**309,35**	d. Transversal
12	**30,80**		**15,47**		12,60				534,4		28,4	311,548		e. Columnar
13	**30,30**	**30,25**	**15,20**	**15,13**	11,95	**11,88**	**5441,08**	**2,18**	536,3	**554,10**	29,6	324,712	**338,42**	c. Cónica y transversal
14	**30,20**		**15,07**		11,80				571,9		32,1	352,137		c. Cónica y transversal
15	**30,77**	**30,82**	**15,53**	**15,53**	12,55	**12,58**	**5839,91**	**2,15**	564,7	**551,20**	29,9	328,003	**319,78**	c. Cónica y transversal
16	**30,87**		**15,53**		12,60				537,7		28,4	311,548		d. Transversal
17	**30,87**	**30,87**	**15,53**	**15,53**	12,20	**12,03**	**5849,38**	**2,06**	462,3	**465,00**	25,23	276,7731	**277,54**	d. Transversal
18	**30,87**		**15,53**		11,85				467,7		25,37	278,3089		d. Transversal
19	**30,80**	**30,77**	**15,57**	**15,58**	12,15	**12,05**	**5868,03**	**2,05**	437,2	**434,75**	24,54	269,2038	**268,77**	d. Transversal
20	**30,73**		**15,60**		11,95				432,3		24,46	268,3262		d. Transversal
21	**30,77**	**30,85**	**15,50**	**15,67**	12,10	**12,30**	**5947,02**	**2,07**	599,5	**593,38**	33,93	372,2121	**368,54**	d. Transversal
22	**30,93**		**15,83**		12,50				587,26		33,26	364,8622		d. Transversal
23	**30,93**	**30,90**	**15,50**	**15,48**	12,50	**12,55**	**5818,06**	**2,16**	540,2	**578,65**	30,57	335,3529	**359,21**	d. Transversal
24	**30,87**		**15,47**		12,60				617,1		34,92	383,0724		d. Transversal
25	**30,87**	**30,87**	**15,67**	**15,57**	12,50	**12,38**	**5874,51**	**2,11**	602,4	**591,00**	34,16	374,7352	**367,28**	e. Columnar
26	**30,87**		**15,47**		12,25				579,6		32,8	359,816		d. Transversal
27	**30,87**	**30,80**	**15,57**	**15,53**	12,25	**12,30**	**5836,75**	**2,11**	563,7	**567,90**	32,28	354,1116	**357,35**	e. Columnar
28	**30,73**		**15,50**		12,35				572,1		32,87	360,5839		d. Transversal
29	**30,80**	**30,75**	**15,23**	**15,32**	12,70	**12,73**	**5665,84**	**2,25**	405,3	**407,45**	22,11	242,5467	**243,26**	c. Cónica y transversal
30	**30,70**		**15,40**		12,75				409,6		22,24	243,9728		d. Transversal
31	**30,70**	**30,65**	**15,43**	**15,37**	12,80	**12,73**	**5684,35**	**2,24**	362,3	**382,75**	21,07	231,1379	**233,83**	d. Transversal
32	**30,60**		**15,30**		12,65				403,2		21,56	236,5132		d. Transversal
33	**30,80**	**30,67**	**15,23**	**15,28**	12,60	**12,55**	**5625,92**	**2,23**	378,6	**378,40**	21,36	234,3192	**234,10**	e. Columnar
34	**30,53**		**15,33**		12,50				378,2		21,32	233,8804		
35	**30,77**	**30,78**	**15,47**	**15,42**	12,60	**12,60**	**5746,29**	**2,19**	362,3	**363,40**	21,03	230,6991	**231,14**	
36	**30,80**		**15,37**		12,60				364,5		21,11	231,5767		d. Transversal
37	**30,73**	**30,73**	**15,23**	**15,28**	12,70	**12,68**	**5638,15**	**2,25**	417,6	**411,70**	22,35	245,1795	**242,99**	d. Transversal
38	**30,73**		**15,33**		12,65				405,8		21,95	240,7915		d. Transversal
39	**30,83**	**30,98**	**15,33**	**15,32**	12,90	**12,88**	**5708,84**	**2,26**	386,5	**384,70**	21,87	239,9139	**238,82**	c. Cónica y transversal
40	**31,13**		**15,30**		12,85				382,9		21,67	237,7199		d. Transversal
Promedio	30,78	30,78	15,42	15,42	12,42	12,42	5747,79	2,16	470,05	470,05	25,93	284,49	284,49	
D. Estandar	0,16	0,15	0,15	0,14	0,28	0,27	119,90	0,06	79,18	79,19	4,53	49,73	49,82	
C. Variación	0,52	0,48	0,97	0,90	2,28	2,14	2,09	2,98	16,85	16,85	17,48	17,48	17,51	
Máximo	31,13	30,98	15,83	15,67	12,90	12,88	5947,02	2,26	617,10	593,38	34,92	383,07	368,54	
Mínimo	30,20	30,25	15,07	15,13	11,80	11,88	5441,08	2,05	362,30	363,40	21,03	230,70	231,14	

4. RESULTADOS Y ANÀLISIS

En este capítulo mediante el registro de datos obtenidos en campo (propiedades del concreto en estado fresco) y posteriormente los datos obtenidos en laboratorio (propiedades del concreto en estado endurecido). Acorde a la recopilación y comparación de dichos datos, a continuación se presentan los resultados y análisis de los mismos.

4.1 TEMPERATURA DE LA MEZCLA Y MEDIO AMBIENTE.

Acorde a los resultados obtenidos en la temperatura de la mezcla, es posible observar en la Figura 1 que se presenta una reducción en el valor de la temperatura una hora después de la llegada de la mezcla en estado fresco a la obra, es decir cómo se muestra en los datos correspondientes a la Muestra B en relación a la muestra A, esta reducción depende de factores internos como la reacción química que se presenta entre el cemento y el agua de la mezcla, factores externos como la temperatura del ambiente. Dicha reducción afecta el comportamiento de la mezcla de concreto una vez este se encuentre en estado fresco y endurecido. Dicha perdida aunque es muy mínima representa un cambio en las características iniciales con las que fue transportada la mezcla a la obra ya que se supone que esta sea utilizada en el menor tiempo posible para garantizar las propiedades ideales de la misma. Estos cambios de temperatura en el concreto afecta el asentamiento y contenido de aire de la mezcla de concreto.

De igual forma se registraron los datos correspondientes a la temperatura ambiente, los cuales no muestran un comportamiento parecido al de la temperatura de la mezcla (Figura 1). Mientras que en la temperatura de la mezcla

de concreto disminuía una hora después la temperatura de la misma, según el registro realizado de la temperatura ambiente no presenta un comportamiento homogéneo ya que en algunas ocasiones es mayor la temperatura ambiente al llegar la mezcla a comparación de una hora después y viceversa con otras muestras. Otra observación que se presenta es que la temperatura inicial y una hora después de la llegada de la mezcla es mayor que la temperatura ambiente inicial y una hora después.

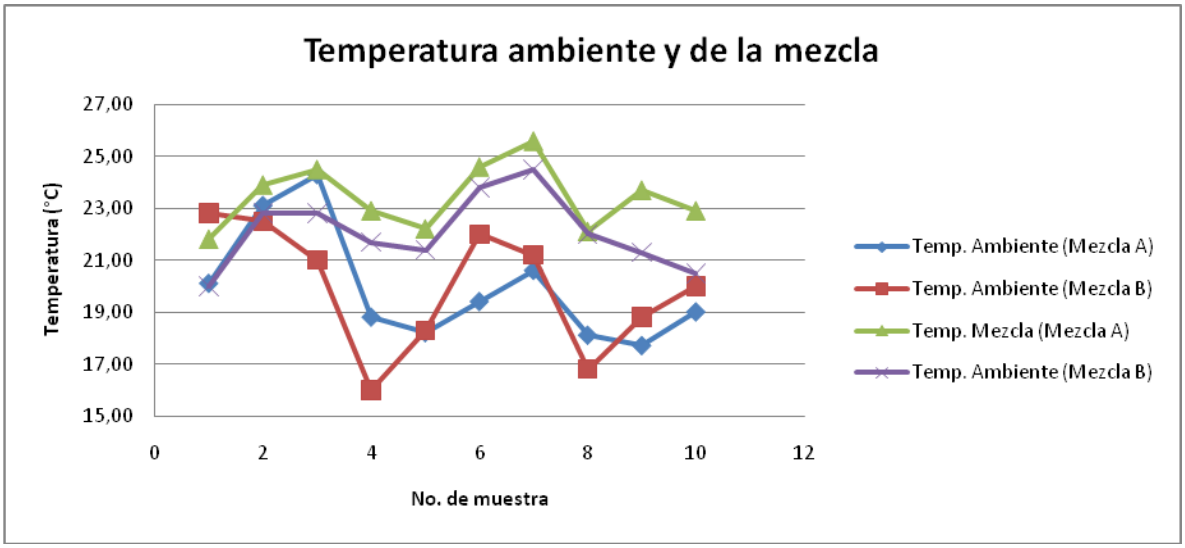


Figura. 1 Temperatura ambiente y de la mezcla A y B.

4.2 ASENTAMIENTO.

También se realizó el registro del asentamiento de las distintas mezclas tanto al momento de llegada como una hora después. La variación en el asentamiento es notable Figura 2, ya que los datos obtenidos en la mezcla A, es decir, cuando llego el concreto a la obra cumplen con los requisitos solicitados por la constructora, sin embargo al realizar el ensayo una hora después, mezcla B, es posible observar una disminución significativa en el asentamiento, lo cual permite reivindicar que los

agentes atmosféricos como la temperatura, el sol, la lluvia o el viento disminuyen considerablemente la consistencia de la mezcla debido a la perdida de agua de mezclado.

De igual forma dicha disminución permite establecer que la reacción interna de los materiales agua-cemento se lleva a cabo de forma normal aumentando la temperatura de la mezcla y como consecuencia se observa la reducción del contenido de agua de la mezcla disminuyendo la manejabilidad y el asentamiento del concreto.

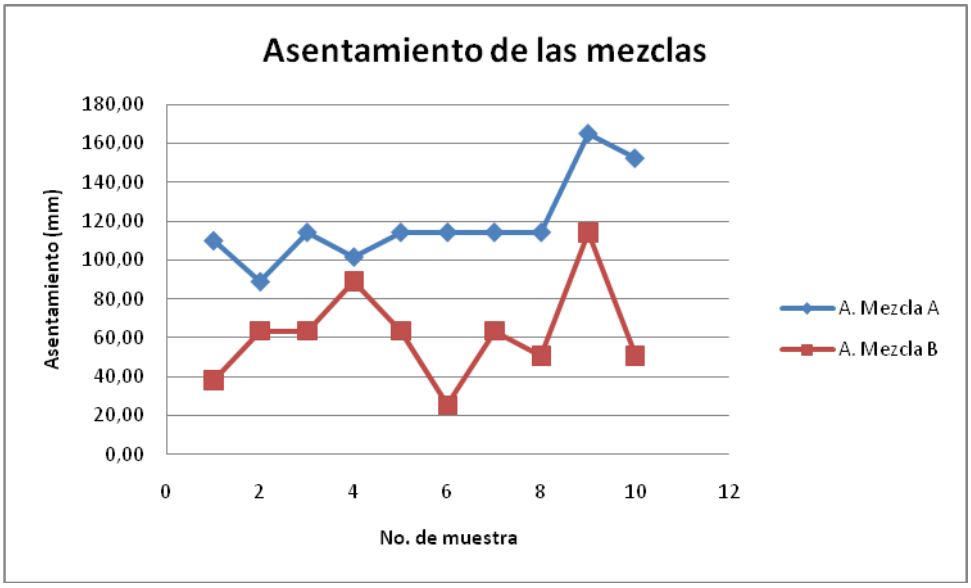


Figura. 2 Asentamiento de las mezclas A y B

4.3 CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO.

Durante el proceso de dosificación y elaboración de una mezcla de concreto se introduce de manera natural un volumen de aire en forma de burbuja que varía en cantidad, forma y tamaño. Para evitar que dicho contenido de aire naturalmente

atrapado afecte o interfiera en las características en estado endurecido, más específicamente en la resistencia del concreto se realiza un proceso de compactación y vibración con el fin de disminuir dicho porcentaje mejorando la propiedades de la mezcla. Sin embargo, gracias a este contenido de aire es posible que la mezcla, mientras se encuentra en estado fresco, aumente su manejabilidad gracias al movimiento permitido por las burbujas entre los agregados brindado de igual forma cohesividad a la pasta.

Durante el ensayo de contenido de aire (NTC-1926), realizado a las mezclas A y B, es posible observar (Figura 3) un aumento en el contenido de aire en la mezcla una vez ha transcurrido una hora de la llegada de la mezcla a la obra. Por lo tanto, es posible considerar el aumento de contenido de aire y por ende afecta directamente a la mezcla de la muestra B a comparación de lo que ocurre con la muestra A.

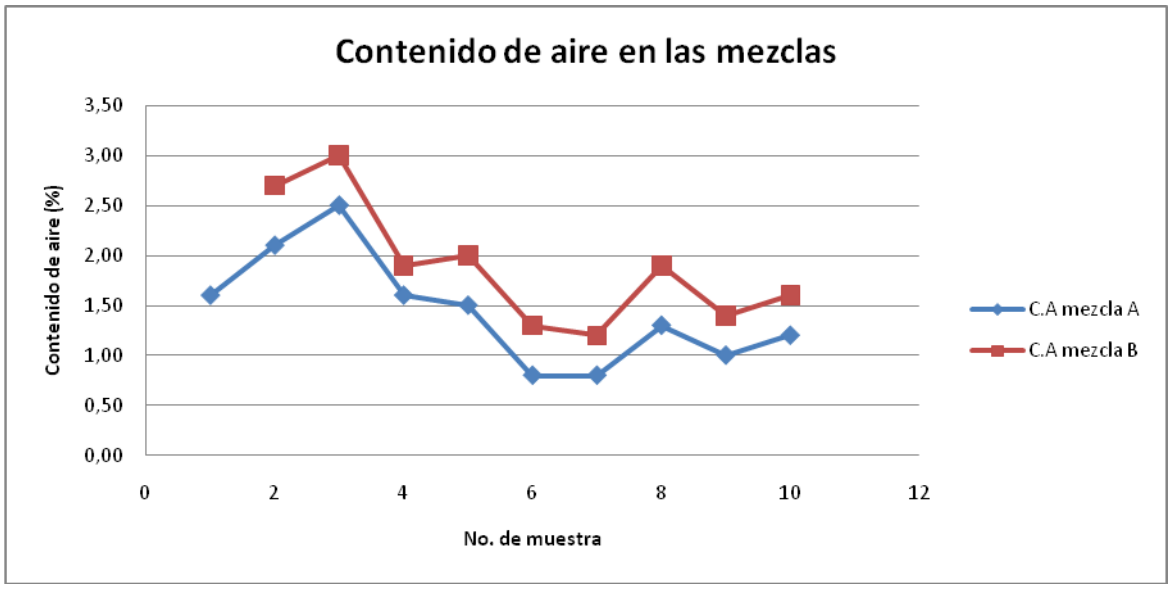


Figura. 3 Contenido de Aire de las mezclas A y B

4.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A 28 DÍAS.

Luego de los análisis de cada uno de los factores considerados en la caracterización de las mezclas en estado fresco, para el estado endurecido, se analiza el ensayo correspondiente a la resistencia a la compresión de las mezclas recién llegadas a la obra y una hora después.

Se presenta una perdida de resistencia en la mezcla B con relación a la mezcla A (Figura 4), dicha perdida fue generada por el aumento del contenido de aire. En la mezcla A, se presentan resistencias mayores a las esperadas de 210 kg/cm^2, es posible observar un aumento de dicho valor que sirve como garantía de la empresa al cliente.

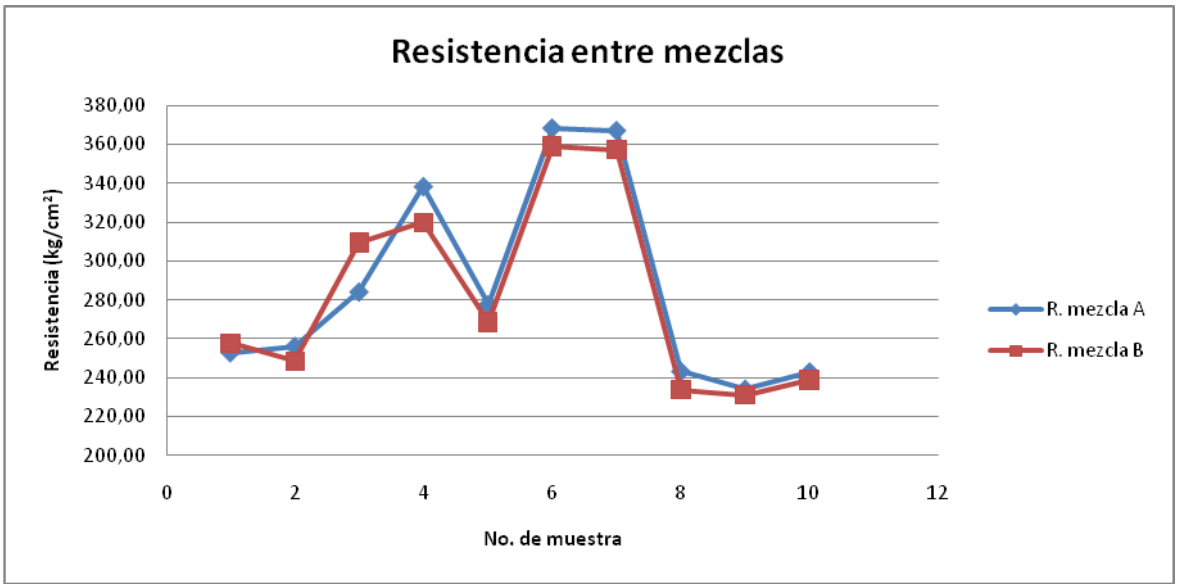


Figura. 4 Resistencia a la compresión de las mezclas A y B

Aunque una hora después, las resistencias son aceptables, dicha mezcla se encuentra totalmente alterada por la prolongación a la que fue expuesta por factores ambientales y atmosféricos que aumentaron el contenido de aire cuyo aumento de este último disminuyó las resistencias en estado endurecido.

4.5 CORRELACIÓNES

TEMPERATURA DE LA MEZCLA Y TEMPERATURA AMBIENTE.

Acorde a los resultados obtenidos y registrados durante la toma de cada una de las muestras y por ende la temperatura ambiente y de la mezcla es posible observar que no existe un comportamiento dependiente en cada uno de los casos observados, ya que la temperatura ambiente ni la temperatura del concreto presentan un comportamiento dependiente uno del otro, lo cual permite observar un comportamiento muy variado en el cual no se puede establecer un comportamiento en sí (Ver Figura 1 del anexo 3).

Por lo tanto acorde al análisis grafico obtenido acorde a los datos registrados de temperatura ambiente y temperatura de la mezcla no se observa una correlación clara entre ellos lo cual permite concluir que el comportamiento tanto de la temperatura ambiente como de la temperatura de la mezcla no son dependientes entre si y varían acorde a otros factores y en diferente proporción si mantener una homogeneidad en los datos.

ASENTAMIENTO INICIAL Y UNA HORA DESPUÉS

A pesar que se presenta una disminución clara en el asentamiento registrado una hora después a comparación del obtenido una hora antes, analizando dichos resultados gráficamente, (Ver Figura 2 del anexo 3), no se presenta un comportamiento constante o claro que permita observar una variación exacta o dependiente de cada uno de los valores registrados ya que debido a factores externos o propios de la mezcla de presento un comportamiento diferente en cada

mezcla sin que hubiera una relación de datos entre los mismos. Es posible observar una disminución en el asentamiento una hora después, pero esta disminución no es dependiente del asentamiento obtenido inicialmente.

TEMPERATURA DE LA MEZCLA Y ASENTAMIENTO.

Según el registro de datos realizados y al correlacionar estos dos factores es posible observar que no presenta un comportamiento claro en el cual se pueda establecer una variación de datos en ciertos puntos. Sin embargo acorde a la tabla 1 y 2 del capítulo 3, se puede observar que la temperatura de la mezcla 1h después disminuye esto se debe a un aumento en la segregación y exudación de la mezcla lo cual genera que la mezcla no conserve a lo largo del tiempo las condiciones ideales para la que fue diseñada, es decir con una resistencia en específico. De igual forma un análisis grafico permite establecer que presentan un mismo comportamiento tanto al inicio como una hora después, dicho comportamiento se debe posiblemente a que la mezcla es de un origen industrial y por lo tanto el manejo de estos factores es muy generalizado y no muy preciso ya que se entre incluso con una resistencia mayor a la solicitada con el fin de garantizar la resistencia y calidad del producto solicitado (Ver Figura 3 del anexo 3).

De igual forma mediante la grafica es posible establecer que luego del lapso de una hora el asentamiento y la temperatura de la mezcla disminuyen notablemente, dicha disminución es posible que se presente por factores externos a la mezcla o incluso las características de los componentes de la misma que varían en dicho lapso y se ven reflejadas en los resultados obtenidos.

TEMPERATURA AMBIENTE Y ASENTAMIENTO.

Al igual que en la grafica anterior. Es posible observar que el comportamiento de la grafica es similar al relacionar los datos registrados al llegar la mezcla y los datos registrados una hora después. Sin embargo teniendo en cuenta que la mezcla tiene un origen industrial los patrones característicos de la misma han impedido que se presente una homogeneidad en los datos o un comportamiento como tal al relacional los parámetros de la temperatura ambiente y el asentamiento. Sin embargo es posible observar que la temperatura ambiente no presenta un comportamiento como tal bien sea de aumento o disminución de la temperatura una hora después, ya que este es variable. Esta variabilidad se debe a que al momento de realizar la toma de la muestras y el previo registro de la temperatura a la realización de los ensayos teniendo en cuenta que actualmente el país se encuentra en una zona tropical y por ende su clima varia diariamente y a lo largo del día no se presenta un comportamiento definido en la temperatura tanto al momento de llegar la mezcla como al relacionarlo con la temperatura registrada una hora después. Sin embargo como ya se había analizado anteriormente el asentamiento presenta una disminución considerable debido a factores anteriormente ya establecidos.

Según la grafica analizada en este caso (ver Figura 4 del anexo 3) al igual que en el caso anterior, no se presenta una correlación entre los datos debido al origen industrializado de la mezcla.

ASENTAMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO.

Mediante el análisis grafico (ver Figura 5 del anexo 3) se observa un comportamiento similar en los datos registrados inicialmente y una hora después de llegar la mezcla a la obra. De igual forma es posible observar al momento de llegar la mezcla a la obra el asentamiento inicial es mayor y su contenido de aire menor, el registro de una hora después muestra una disminución en el sentamiento y un aumento del contenido de aire. A pesar que no existe de igual forma a los anteriores casos una correlación definida entre los dos aspectos es claro observar un cambio tanto en el asentamiento como en el contenido de aire una hora después. Debido a la perdida de manejabilidad de la mezcla, el proceso de exudación de la misma una hora después hace que esta pierda su consistencia y por ende su manejabilidad dando como posible consecuencia que dada la evaporación del agua de la mezcla disco volumen fue ocupada por burbujas de aire que ocuparon dicho volumen y por ende afectara la resistencia de los especímenes realizados debido al aumento de contenido de aire naturalmente en la mezcla.

Sin embargo, según la grafica analizada es posible observar un comportamiento directo entre los dos factores estipulados, ya que inicialmente un factores es mayor (asentamiento) mientras que el otro es menor(contenido de aire), posteriormente luego de una hora dicha relación se intercambia en dichos factores ya que el que era mayor inicialmente disminuye considerablemente (asentamiento) y aquel que presentaba un menor valor aumento posteriormente(contenido de aire) lo cual permite observar claramente que a mayor asentamiento menor contenido de aire y que a medida que la mezcla se encuentra en reposo pro un lapso de tiempo dicha relación se intercambia permitiendo establecer a futuro las consecuencias de la perdida de manejabilidad de la mezcla utilizada afectando las condiciones iniciales con las cuales llego a la obra.

TEMPERATURA DE LA MEZCLA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

Mediante un análisis grafico realizado acorde a los parámetros trabajados como lo son en este caso la temperatura de la mezcla y la resistencia a la compresión, es posible observar en la Figura 6 del anexo 3, que no hay una correlación entre dicho parámetros lo cual impide que se interprete o se maneje un comportamiento determinado en los datos que permita establecer que dichos parámetros se encuentras directamente proporcionados. Por lo tanto acorde a los resultados obtenidos en la grafica es posible observar que no hay una dependencia entre sí en lo que se refiere a la temperatura de la mezcla y la resistencia a la compresión. Esta alteración en los datos se ve afectada por el origen de la mezcla, al ser de esta de tipo industrial se manejan datos globales y por lo tanto no es posible establecer un parámetro en particular que permita interpretar un comportamiento claro entre estas.

Sin embargo, el comportamiento de la grafica tanto al llegar la mezcla como una hora después presenta un mismo comportamiento y relación de datos, lo cual permite interpretar que al generarse una disminución en la t6emperatura de la mezcla, una hora después, su resistencia a su vez se ve afectada, ya que esta disminuye a comparación de las resistencias obtenidas una hora antes. A pesar de ser una disminución mínima de la resistencia es posible considerar que la temperatura de la mezcla pueda afectar en cierta forma a la resistencia a la compresión de los especímenes realizados.

Sin embargo, las variaciones en lo que se refiere a la temperatura de la mezcla son muy pequeñas entre sí, esto comprando los datos registrados a la llegada de la mezcla y una hora después, por lo tanto es posible establecer que entre menor sean las variaciones térmicas del concreto, mejores serán los resultados obtenidos en cuento a sus propiedades mecánicas, lo cual indica que en si la incidencia de la

variación en la temperatura de la mezcla no es muy radical en la perdida de resistencia de la misma ya que la perdida de resistencia se encuentra vinculada con otros factores que complementan y permiten identificarlos como “autores” de la perdida de resistencia.

ASENTAMIENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

El análisis realizado a los resultados obtenidos y manejados en la Figura 7 del anexo 3, se observa que no hay ningún tipo de correlación entre el asentamiento y la resistencia a la compresión ya que dicha perdida está afectada por una serie de factores que en promedio genera un perdida mínima en la resistencia, sin embargo la perdida de asentamiento es generada por perdida de consistencia y manejabilidad de la mezcla, por lo tanto su asentamiento será menor y su resistencia se verá afectada de igual forma. Sin embargo y como en la mayoría de correlaciones realizadas dichos valores no es posible establecerlos idealmente ya que la mezcla es de origen industrial y por lo tanto busca brindar calidad y seguridad como un producto final mas no caracterizando y dando importancia a cada una de sus partes, ya que la concretera busca satisfacer las necesidades del cliente en cuento se refiere a obtener una resistencia en especifico, en este caso de 3000 psi.

Al ser una mezcla industrial la mezcla es elaborada y transportada a la obra con una resistencia mayor a la solicitada garantizando la resistencia ideal de la misma manejando un factor de seguridad ya que camino a la obra la mezcla puede sufrir demoras, verse afectada por cambias del clima, mal manejo de la misma, entre otros. Por estas razones la mezcla es elaborada con una mayor resistencia a la trabajada lo cual impide que se establezca un comportamiento en los datos y

específicamente en esta correlación ya que el fin de este trabajo es observar si existe algún efecto de la perdida de asentamiento en la resistencia.

De igual forma, los datos observados muestran que a medida que se reduce el asentamiento se reduce de igual forma la resistencia de la muestra, sin embargo gráficamente no es posible observar dicho comportamiento debido al origen de la mezcla.

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Finalmente, al igual que en las correlaciones anteriores no es posible analizar un comportamiento consecuente entre el contenido de aire y resistencia. De igual forma es posible concluir que al aumento del contenido de aire se encuentra directamente relacionado con la perdida de agua necesaria para la hidratación del concreto, por lo cual genera pérdidas en la resistencia ya que el cemento queda suelto y no es posible que se produzca un fraguado en la cantidad total de la mezcla como se ve en la Figura 8 del anexo 3.

Acorde a las correlaciones realizadas y los resultados obtenidos, es posible concluir que la pérdida de resistencia de una mezcla de concreto se ve afectada en un lapso de tiempo por factores externos e internos que reconfiguran las características iniciales de la mezcla viéndose afectada su resistencia. Factores como la temperatura ambiente, la temperatura de la mezcla, el contenido de aire y procesos químicos al interior de la mezcla afectan su asentamiento y por ende la resistencia de la mezcla de concreto ya que al no utilizar la mezcla en el menor tiempo posible esta es más vulnerable a que sus componentes se vean afectados y sus propiedades tanto en estado fresco como en estado endurecido se vean considerablemente afectadas.

En este capítulo se presentan las conclusiones a las cuales condujo el análisis de los resultados obtenidos durante el desarrollo del trabajo de grado tomando como base los objetivos establecidos al inicio del proyecto.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se encuentran las conclusiones a las cuales se llegó, luego del análisis de resultados obtenidos y de alcanzar los objetivos propuestos. De igual forma se presentan las recomendaciones sugeridas con el fin que los resultados presenten un mejor comportamiento teniendo en cuenta una serie de sugerencias que permitan un registro y análisis de datos más confiable. A continuación se presentan las conclusiones y recomendaciones:

Acorde a los objetivos propuestos y establecidos se llegó a las siguientes conclusiones:

- A pesar de su simplicidad, con el ensayo de asentamiento es posible establecer que la pérdida del mismo en la mezcla de concreto afecta en parte a la resistencia final, por lo tanto el uso adecuado del mismo y la importancia de este son ideales para el manejo adecuado en obra del concreto garantizando resistencias finales ideales.

- Factores externos como el sol, la lluvia, el viento, la variación climática del día en la cual fue realizada la mezcla conlleva como consecuencia a que la manejabilidad de la misma se vea afectada ya que a causa del sol o el viento la mezcla endurece con prontitud y por lo tanto la manejabilidad de la misma disminuye afectando de igual forma al asentamiento y contenido de aire de la misma.

- Dado que la mezcla llegó a la obra con una resistencia mayor a 3000 psi, se registro un promedio de los valores obtenidos en resistencia al momento de la

llegada a la obra (3788.3 psi) y una hora después (3734.44 psi), lo cual permite establecer que la perdida de resistencia registrada fue de un 1.8%, lo cual conlleva a concluir que tanto factores externos como propios de la mezcla se ven afectados en el lapso de tiempo de una hora lo que genera resistencias finales menores a las obtenidas al usar la mezcla al momento de su llegada a la obra.

- Con respeto al asentamiento, se presentó una pérdida del 47,7% con respecto al asentamiento obtenido a la llegada de la mezcla a la obra con relación al asentamiento obtenido una hora después. Dicha perdida se debe a factores externos como cambios en la temperatura tanto de la mezcla y el ambiente, perdida de manejabilidad y plasticidad de la mezcla lo cual impide que su manejo en obra sea el adecuado y afectando las características con las cuales la mezcla fue solicitada.

- La perdida de asentamiento con respecto a la perdida de resistencia de la mezcla se encuentran ligadas a la perdida de manejabilidad de la mezcla lo que conlleva a que las propiedades del concreto en estado fresco se vean afectadas y por ende las propiedades del concreto en estado endurecido también. A pesar de verse afectada la mezcla por diferentes factores, es evidente que una pérdida de asentamiento del 47,7% afectará las propiedades mecánicas del mismo.

- Con respecto al contenido de aire se observa un aumento del mismo en un 31,3% esto debido a que el contenido de vacios en la mezcla aumenta ya que una disminución en la plasticidad y consistencia de la misma genera una pérdida de agua.

Una vez finalizado el trabajo de grado es importante investigar sobre otros aspectos en los cuales se establezcan los efectos de la perdida de asentamiento en una mezcla de concreto:

- Extender la investigación de la perdida de asentamiento a la relación en particular con factores que a parte de la perdida de asentamiento afectan la resistencia de la mezcla luego de una hora de su llegada a la obra.

- Analizar con mayor cuidado el porqué las correlaciones con mezclas de concreto de tipo industrial no presentan un comportamiento que permita identificar la influencia de factores tanto externos como internos en mezclas de concreto convencional.
- Manejar un tipo de curado en especial bien sea inmerso en agua con cal o en un cuarto de curado con el fin de garantizar las propiedades del concreto y las características iniciales del mismo en estado endurecido.

- Contar con equipos calibrados y en buen estado con el fin de obtener datos adicionales a los registrados, como por ejemplo ensayos no destructibles como el realizado con el esclerómetro.

- Manejar una resistencia especifica en las mezclas utilizada mas no una mezcla que mantenga una tolerancia para garantizar calidad, esto se hace con el fin de obtener datos más preciso y correlaciones que permitan identificar patrones de comportamiento en los cuales se pueda interpretar e identificar los factores que más afectan en la resistencia de una muestra.

- Identificar a parte de los parámetros estudiados porque otra razones se puede ver afectada una mezcla de concreto en un determinado lapso de tiempo, ya que utilizando una generalidad de diferentes causas que la puedan afectar es

más factible garantizar una buena mezcla a pesar del uso a la que esta se vea expuesta.

- Profundizar y dar importancia al ensayo de asentamiento con el fin de establecer que parte de la pérdida de resistencia de una mezcla, se ve afectada por la pérdida del mismo luego de un lapso de tiempo, en este caso de una hora.

ANEXO

REGISTRO DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO DEL CONCRETO

Anexo 1.

Registro de ensayos en la mezcla de 1 a 10.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Inicial	Toma de muestra al llegar el concreto.
1 Hora Despues	Tomo de muestra 1 hora después de llegar el concreto

REGISTRO DE ENSAYOS EN CAMPUS CAJICA

Fecha del ensayo: Marzo 30 de 2010

Fecha de falla de cilindros: Abril 28 de 2010

Inical

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 14:30

Asentamiento (Pulg. Y cm): 4,3"

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,6

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	14:31	a	14:36

Temp. Mezcla (°c): 21,8

Temp. Ambiente (°c): 20,1

No. De cilindros realizados: 2 (C1) (1-2)

Hora de finalizacion de ensayos: 14:45

1 Hora después

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 15:30

Asentamiento (Pulg. Y cm): 1,5"

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): - no se realizo

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	15:31	a	15:36

Temp. Mezcla (°c): 20

Temp. Ambiente (°c): 22,8

No. De cilindros realizados: 2 (C2)(3-4)

Hora de finalizacion de ensayos: 15:45

Formato 1. Ensayos mezcla de concreto # 1.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Inicial	Toma de muestra al llegar el concreto.
1 Hora Despues	Tomo de muestra 1 hora después de llegar el concreto

REGISTRO DE ENSAYOS EN CAMPUS CAJICA

Fecha del ensayo: Abril 23 de 2010

Fecha de falla de cilindros: Mayo 22 de 2010

Inical

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 13:23

Asentamiento (Pulg. Y cm): 3,5"

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 2,1

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	13:52	a	13:57

Temp. Mezcla (°c): 23,9
Temp. Ambiente (°c): 23,1

No. De cilindros realizados: 2 (C1)(5-6)

Hora de finalizacion de ensayos: 14:19

1 Hora después

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 14:23

Asentamiento (Pulg. Y cm): 2,5"

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 2,7

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	14:52	a	14:57

Temp. Mezcla (°c): 22,8
Temp. Ambiente (°c): 22,5

No. De cilindros realizados: 2 (C2)(7-8)

Hora de finalizacion de ensayos: 14:59

Formato 2. Ensayos mezcla de concreto # 2.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Inicial	Toma de muestra al llegar el concreto.
1 Hora Despues	Tomo de muestra 1 hora después de llegar el concreto

REGISTRO DE ENSAYOS EN CAMPUS CAJICA

Fecha del ensayo: Abril 23 de 2010

Fecha de falla de cilindros: Mayo 22 de 2010

Inical

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 15:44

Asentamiento (Pulg. Y cm): 4,5"

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 2,5

:::TEMPERATURA :::

	Hora		
De	15:44	a	15:49

Temp. Mezcla (°c): 24,5

Temp. Ambiente (°c): 24,3

No. De cilindros realizados: 2 (C3)(9-10)

Hora de finalizacion de ensayos: 16:36

1 Hora después

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 16:44

Asentamiento (Pulg. Y cm): 2,5 "

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 3

:::TEMPERATURA :::

	Hora		
De	16:44	a	16:49

Temp. Mezcla (°c): 22,8

Temp. Ambiente (°c): 21,0

No. De cilindros realizados: 2 (C4)(11-12)

Hora de finalizacion de ensayos: 17:27

Formato 3. Ensayos mezcla de concreto # 3.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Inicial	Toma de muestra al llegar el concreto.
1 Hora Despues	Tomo de muestra 1 hora después de llegar el concreto

REGISTRO DE ENSAYOS EN CAMPUS CAJICA

Fecha del ensayo: Abril 26 de 2010

Fecha de falla de cilindros: Mayo 24 de 2010

Inical

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 10:30

Asentamiento (Pulg. Y cm): 4"

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,6

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	10:42	a	10:47

Temp. Mezcla (°c): 22,9

Temp. Ambiente (°c): 18,8

No. De cilindros realizados: 2 (C3)(13-14)

Hora de finalizacion de ensayos: 10:57

1 Hora después

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 11:30

Asentamiento (Pulg. Y cm): 3,5"

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,9

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	11:30	a	11:35

Temp. Mezcla (°c): 21,7

Temp. Ambiente (°c): 16,0

No. De cilindros realizados: 2 (C4)(15-16)

Hora de finalizacion de ensayos: 12:00

Formato 4. Ensayos mezcla de concreto # 4.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Inicial	Toma de muestra al llegar el concreto.
1 Hora Despues	Tomo de muestra 1 hora después de llegar el concreto

REGISTRO DE ENSAYOS EN CAMPUS CAJICA

Fecha del ensayo: Abril 30 de 2010

Fecha de falla de cilindros: Mayo 29 de 2010

Inical

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 08:44

Asentamiento (Pulg. Y cm): 4,5

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,5

:::TEMPERATURA :::

	Hora		
De	08:44	a	08:49

Temp. Mezcla (°c): 22,2
Temp. Ambiente (°c): 18,2

No. De cilindros realizados: 2(c1) (17-18)

Hora de finalizacion de ensayos: 09:17

1 Hora después

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 09:44

Asentamiento (Pulg. Y cm): 2,5

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 2

:::TEMPERATURA :::

	Hora		
De	09:44	a	09:49

Temp. Mezcla (°c): 21,4
Temp. Ambiente (°c): 18,3

No. De cilindros realizados: 2(c2)(19-20)

Hora de finalizacion de ensayos: 10:02

Formato 5. Ensayos mezcla de concreto # 5

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Inicial	Toma de muestra al llegar el concreto.
1 Hora Despues	Tomo de muestra 1 hora después de llegar el concreto

REGISTRO DE ENSAYOS EN CAMPUS CAJICA

Fecha del ensayo: Abril 30 de 2010

Fecha de falla de cilindros: Mayo 29 de 2010

Inical

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 10:02

Asentamiento (Pulg. Y cm): 4,5

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 0,8

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	10:02	a	10:07

Temp. Mezcla (°c): 24,6
Temp. Ambiente (°c): 19,9

No. De cilindros realizados: 2(c1) (21-22)

Hora de finalizacion de ensayos: 10:23

1 Hora después

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 11:02

Asentamiento (Pulg. Y cm): 1

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,3

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	11:03	a	11:08

Temp. Mezcla (°c): 23,8
Temp. Ambiente (°c): 22,0

No. De cilindros realizados: 2(c2)(23-24)

Hora de finalizacion de ensayos: 11:26

Formato 6. Ensayos mezcla de concreto # 6

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Inicial	Toma de muestra al llegar el concreto.
1 Hora Despues	Tomo de muestra 1 hora después de llegar el concreto

REGISTRO DE ENSAYOS EN CAMPUS CAJICA

Fecha del ensayo: Abril 30 de 2010

Fecha de falla de cilindros: Mayo 29 de 2010

Inical

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 11:50

Asentamiento (Pulg. Y cm): 4,5

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 0,8

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	11:50	a	11:55

Temp. Mezcla (°c): 25,6
Temp. Ambiente (°c): 20,6

No. De cilindros realizados: 2(c1) (25-26)

Hora de finalizacion de ensayos: 12:16

1 Hora después

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 12:50

Asentamiento (Pulg. Y cm): 2,5

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,2

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	12:50	a	12:55

Temp. Mezcla (°c): 24,5
Temp. Ambiente (°c): 21,2

No. De cilindros realizados: 2(c2)(27-28)

Hora de finalizacion de ensayos: 13:21

Formato 7. Ensayos mezcla de concreto # 7

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Inicial	Toma de muestra al llegar el concreto.
1 Hora Despues	Tomo de muestra 1 hora después de llegar el concreto

REGISTRO DE ENSAYOS EN CAMPUS CAJICA

Fecha del ensayo: Mayo 12 de 2010

Fecha de falla de cilindros: Junio 11 de 2010

Inical

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 11:45

Asentamiento (Pulg. Y cm): 4,5

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,3

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	11:45	a	11:50

Temp. Mezcla (°c): 22,1
Temp. Ambiente (°c): 18,1

No. De cilindros realizados: 2(c1) (29-30)

Hora de finalizacion de ensayos: 12:16

1 Hora después

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 12:45

Asentamiento (Pulg. Y cm): 2

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,9

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	12:45	a	12:50

Temp. Mezcla (°c): 22
Temp. Ambiente (°c): 16,8

No. De cilindros realizados: 2(c2)(31-32)

Hora de finalizacion de ensayos: 13:19

Formato 8. Ensayos mezcla de concreto # 8

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Inicial	Toma de muestra al llegar el concreto.
1 Hora Despues	Tomo de muestra 1 hora después de llegar el concreto

REGISTRO DE ENSAYOS EN CAMPUS CAJICA

Fecha del ensayo: Mayo 12 de 2010

Fecha de falla de cilindros: Junio 11 de 2010

Inical

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 12:55

Asentamiento (Pulg. Y cm): 6,5

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1

:::TEMPERATURA :::

	Hora		
De	12:55	a	13:00

Temp. Mezcla (°c): 23,7
Temp. Ambiente (°c): 17,7

No. De cilindros realizados: 2(c1) (33-34)

Hora de finalizacion de ensayos: 13:23

1 Hora después

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 13:55

Asentamiento (Pulg. Y cm): 2,5

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,4

:::TEMPERATURA :::

	Hora		
De	13:55	a	14:00

Temp. Mezcla (°c): 21,3
Temp. Ambiente (°c): 18,8

No. De cilindros realizados: 2(c2)(35-36)

Hora de finalizacion de ensayos: 14:19

Formato 9. Ensayos mezcla de concreto # 9.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Inicial	Toma de muestra al llegar el concreto.
1 Hora Despues	Tomo de muestra 1 hora después de llegar el concreto

REGISTRO DE ENSAYOS EN CAMPUS CAJICA

Fecha del ensayo: Mayo 12 de 2010

Fecha de falla de cilindros: Junio 11 de 2010

Inical

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 14:55

Asentamiento (Pulg. Y cm): 6

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,2

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	14:59	a	15:04

Temp. Mezcla (°c): 22,9
Temp. Ambiente (°c): 19

No. De cilindros realizados: 2(c1) (37-38)

Hora de finalizacion de ensayos: 15:25

1 Hora después

::: ASENTAMIENTO:::

Hora: 15:55

Asentamiento (Pulg. Y cm): 2

:::CONTENIDO DE AIRE:::

Contenido de aire (%): 1,6

:::TEMPERATURA :::

	Hora		Hora
De	15:55	a	16:00

Temp. Mezcla (°c): 20,5
Temp. Ambiente (°c): 20,0

No. De cilindros realizados: 2(c2)(39-40)

Hora de finalizacion de ensayos: 16:22

Formato 10. Ensayos mezcla de concreto # 10.

Anexo 2.

Registro de los datos de ensayos en las mezclas de 1 a 10.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	1

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/03/2010
Hora del ensayo	02:30

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,3	109,22

Contenido de aire (%)	1,6
Temperatura de la mezcla (°c)	21,8
Temperatura ambiente (°c)	20,1

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/04/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

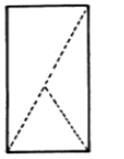
				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,8	30,9	**30,83**
Diamentro (cm)	15,2	15,32	15,3	**15,27**

Peso (kg)	12,2
Volúmen (cm³)	5649,10
Densidad (gr/cm³)	2,16

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	23,9	N/mm²
	262,183	kg/cm²
	3466,46	PSI
Resistencia	438,9	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Cónica y transversal c)	

Cilindro No.	2

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/03/2010
Hora del ensayo	02:30

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,3	109,22

Contenido de aire (%)	1,60
Temperatura de la mezcla (°	21,80
Temperatura ambiente (°c)	20,10

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/04/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,80	30,70	30,70	**30,73**
Diamentro (cm)	15,30	15,31	15,30	**15,30**

Peso (kg)	12,70
Volúmen (cm³)	5652,92
Densidad (gr/cm³)	2,25

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	22,20	N/mm²
	243,53	kg/cm²
	3219,89	PSI
Resistencia	407,90	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 1 Resultados ensayos de la mezcla de concreto # 1 (Inicial)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	3

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/03/2010
Hora del ensayo	03:30

	Pulg.	mm.
Asentamiento	1,5	38,1

Contenido de aire (%)	-
Temperatura de la mezcla (°c)	20,0
Temperatura ambiente (°c)	22,8

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/04/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

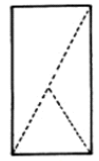
				PROMEDIO
Altura (cm)	31,0	30,8	30,6	**30,80**
Diamentro (cm)	15,2	15,2	15,2	**15,20**

Peso (kg)	12,00
Volúmen (cm³)	5588,93
Densidad (gr/cm³)	2,15

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	23,5	N/mm²
	257,795	kg/cm²
	3408,44	PSI
Resistencia	432,2	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Cónica y transversal c)	

Cilindro No.	4

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/03/2010
Hora del ensayo	03:30

	Pulg.	mm.
Asentamiento	1,5	38,1

Contenido de aire (%)	-
Temperatura de la mezcla (	20,0
Temperatura ambiente (°c)	22,8

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/04/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

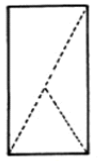
				PROMEDIO
Altura (cm)	31,0	30,7	30,9	**30,87**
Diamentro (cm)	15,2	15,3	15,2	**15,23**

Peso (kg)	12,30
Volúmen (cm³)	5625,62
Densidad (gr/cm³)	2,19

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	23,5	N/mm²
	257,795	kg/cm²
	3408,44	PSI
Resistencia	432,2	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Cónica y transversal c)	

Formato. 2 Resultados ensayos de la mezcla de concreto # 1 (1 hora después)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	5

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	23/04/2010
Hora del ensayo	01:23

	Pulg.	mm.
Asentamiento	3,5	88,9

Contenido de aire (%)	2,1
Temperatura de la mezcla (°c)	23,9
Temperatura ambiente (°c)	23,1

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	21/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,9	30,8	30,7	**30,80**
Diamentro (cm)	15,5	15,4	15,5	**15,47**

Peso (kg)	12,25
Volúmen (cm³)	5786,75
Densidad (gr/cm³)	2,12

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	24	N/mm²
	263,28	kg/cm²
	3480,96	PSI
Resistencia	451,5	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Cónica y transversal c)	

Cilindro No.	6

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	23/04/2010
Hora del ensayo	01:23

	Pulg.	mm.
Asentamiento	3,5	88,9

Contenido de aire (%)	2,1
Temperatura de la mezcla (	23,9
Temperatura ambiente (°c)	23,1

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	21/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	31,0	30,7	30,8	**30,83**
Diamentro (cm)	15,4	15,4	15,4	**15,40**

Peso (kg)	12,25
Volúmen (cm³)	5743,19
Densidad (gr/cm³)	2,13

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	22,7	N/mm²
	249,019	kg/cm²
	3292,41	PSI
Resistencia	422,8	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 3 Resultados ensayos de la mezcla de concreto # 2 (Inicial)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	7

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	23/04/2010
Hora del ensayo	02:23

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,5	63,5

Contenido de aire (%)	2,7
Temperatura de la mezcla (°c)	22,8
Temperatura ambiente (°c)	22,5

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	21/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,7	30,7	**30,73**
Diamentro (cm)	15,4	15,4	15,5	**15,43**

Peso (kg)	12,10
Volúmen (cm³)	5749,37
Densidad (gr/cm³)	2,10

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	22,9	N/mm²
	251,213	kg/cm²
	3321,42	PSI
Resistencia	427,7	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Cilindro No.	8

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	23/04/2010
Hora del ensayo	02:23

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,5	63,5

Contenido de aire (%)	2,7
Temperatura de la mezcla (	22,8
Temperatura ambiente (°c)	22,5

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	21/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,7	30,8	31,0	**30,83**
Diamentro (cm)	15,5	15,5	15,4	**15,47**

Peso (kg)	12,30
Volúmen (cm³)	5793,02
Densidad (gr/cm³)	2,12

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	22,4	N/mm²
	245,728	kg/cm²
	3248,90	PSI
Resistencia	421,3	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 4 Resultados ensayos de la mezcla de concreto # 2 (1 hora después)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	9

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	23/04/2010
Hora del ensayo	03:44

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	2,5
Temperatura de la mezcla (°c)	24,5
Temperatura ambiente (°c)	24,3

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	21/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

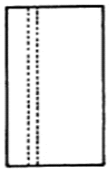
				PROMEDIO
Altura (cm)	31,0	31,0	31,0	**31,00**
Diamentro (cm)	15,5	15,4	15,4	**15,43**

Peso (kg)	12,55
Volúmen (cm³)	5799,25
Densidad (gr/cm³)	2,16

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	25,7	N/mm²
	281,929	kg/cm²
	3727,53	PSI
Resistencia	480,9	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Columnar e)	

Cilindro No.	10

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	23/04/2010
Hora del ensayo	03:44

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	2,5
Temperatura de la mezcla (	24,5
Temperatura ambiente (°c)	24,3

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	21/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,8	30,7	**30,77**
Diamentro (cm)	15,5	15,4	15,5	**15,47**

Peso (kg)	12,40
Volúmen (cm³)	5780,49
Densidad (gr/cm³)	2,15

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	26,1	N/mm²
	286,317	kg/cm²
	3785,54	PSI
Resistencia	490,5	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 5 Resultados ensayos de la mezcla de concreto # 3 (Inicial)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	11

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	23/04/2010
Hora del ensayo	04:44

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,5	63,5

Contenido de aire (%)	3,0
Temperatura de la mezcla (°c)	22,8
Temperatura ambiente (°c)	21,0

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	21/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,8	30,9	**30,83**
Diamentro (cm)	15,5	15,5	15,7	**15,57**

Peso (kg)	12,55
Volúmen (cm³)	5868,17
Densidad (gr/cm³)	2,14

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	28	N/mm²
	307,16	kg/cm²
	4061,12	PSI
Resistencia	532,5	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Cilindro No.	12

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	23/04/2010
Hora del ensayo	04:44

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,5	63,5

Contenido de aire (%)	3,0
Temperatura de la mezcla (	22,8
Temperatura ambiente (°c)	21,0

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	21/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

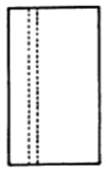
				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,9	30,7	**30,80**
Diamentro (cm)	15,4	15,5	15,5	**15,47**

Peso (kg)	12,60
Volúmen (cm³)	5786,75
Densidad (gr/cm³)	2,18

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	28,4	N/mm²
	311,548	kg/cm²
	4119,14	PSI
Resistencia	534,4	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Columnar e)	

Formato. 6 Resultados ensayos de la mezcla de concreto # 3 (1 hora después)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	13

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	26/04/2010
Hora del ensayo	10:30

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4	101,6

Contenido de aire (%)	1,6
Temperatura de la mezcla (°c)	22,9
Temperatura ambiente (°c)	18,8

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	24/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

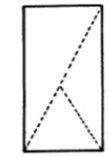
				PROMEDIO
Altura (cm)	30,4	30,2	30,3	**30,30**
Diamentro (cm)	15,4	15,0	15,2	**15,20**

Peso (kg)	11,95
Volúmen (cm³)	5498,20
Densidad (gr/cm³)	2,17

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	29,6	N/mm²
	324,712	kg/cm²
	4293,18	PSI
Resistencia	536,3	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Cónica y transversal c)	

Cilindro No.	14

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	26/04/2010
Hora del ensayo	10:30

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4	101,6

Contenido de aire (%)	1,6
Temperatura de la mezcla (°	22,9
Temperatura ambiente (°c)	18,8

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	24/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

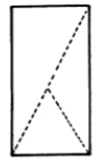
				PROMEDIO
Altura (cm)	30,2	30,2	30,2	**30,20**
Diamentro (cm)	15,0	15,2	15,0	**15,07**

Peso (kg)	11,80
Volúmen (cm³)	5384,34
Densidad (gr/cm³)	2,19

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	32,1	N/mm²
	352,137	kg/cm²
	4655,78	PSI
Resistencia	571,9	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Cónica y transversal c)	

Formato. 7 Resultados ensayos de la mezcla de concreto # 4 (Inicial)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	15

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	26/04/2010
Hora del ensayo	11:30

	Pulg.	mm.
Asentamiento	3,5	88,9

Contenido de aire (%)	1,9
Temperatura de la mezcla (°c)	21,7
Temperatura ambiente (°c)	16,0

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	24/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

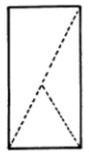
				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,8	30,7	**30,77**
Diamentro (cm)	15,5	15,5	15,6	**15,53**

Peso (kg)	12,55
Volúmen (cm³)	5830,43
Densidad (gr/cm³)	2,15

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	29,9	N/mm²
	328,003	kg/cm²
	4336,70	PSI
Resistencia	564,7	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Cónica y transversal c)	

Cilindro No.	16

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	26/04/2010
Hora del ensayo	11:30

	Pulg.	mm.
Asentamiento	3,5	88,9

Contenido de aire (%)	1,9
Temperatura de la mezcla (	21,7
Temperatura ambiente (°c)	16,0

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	24/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	31,0	30,8	**30,87**
Diamentro (cm)	15,5	15,6	15,5	**15,53**

Peso (kg)	12,60
Volúmen (cm³)	5849,38
Densidad (gr/cm³)	2,15

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	28,4	N/mm²
	311,548	kg/cm²
	4119,14	PSI
Resistencia	537,7	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 8 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 4 (1 hora después)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	17

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	08:44

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	1,5
Temperatura de la mezcla (°c)	22,2
Temperatura ambiente (°c)	18,2

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	31,0	30,8	30,8	**30,87**
Diamentro (cm)	15,5	15,6	15,5	**15,53**

Peso (kg)	12,20
Volúmen (cm³)	5849,38
Densidad (gr/cm³)	2,09

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	25,23	N/mm²
	276,7731	kg/cm²
	3659,36	PSI
Resistencia	462,3	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Cilindro No.	18

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	08:44

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	1,5
Temperatura de la mezcla (	22,2
Temperatura ambiente (°c)	18,2

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,8	31,0	**30,87**
Diamentro (cm)	15,5	15,5	15,6	**15,53**

Peso (kg)	11,85
Volúmen (cm³)	5849,38
Densidad (gr/cm³)	2,03

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	25,37	N/mm²
	278,3089	kg/cm²
	3679,66	PSI
Resistencia	467,7	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 9 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 5 (Inicial)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	19

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	09:44

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,5	63,5

Contenido de aire (%)	2,0
Temperatura de la mezcla (°c)	21,4
Temperatura ambiente (°c)	18,3

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,8	30,8	**30,80**
Diamentro (cm)	15,6	15,5	15,6	**15,57**

Peso (kg)	12,15
Volúmen (cm³)	5861,83
Densidad (gr/cm³)	2,07

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	24,54	N/mm²
	269,2038	kg/cm²
	3559,28	PSI
Resistencia	437,2	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Cilindro No.	20

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	09:44

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,5	63,5

Contenido de aire (%)	2,0
Temperatura de la mezcla (	21,4
Temperatura ambiente (°c)	18,3

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,7	30,7	**30,73**
Diamentro (cm)	15,6	15,6	15,6	**15,60**

Peso (kg)	11,95
Volúmen (cm³)	5874,21
Densidad (gr/cm³)	2,03

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	24,46	N/mm²
	268,3262	kg/cm²
	3547,68	PSI
Resistencia	432,3	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 10 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 5 (1 hora después)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	21

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	10:02

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	0,8
Temperatura de la mezcla (°c)	24,6
Temperatura ambiente (°c)	19,9

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,7	30,8	**30,77**
Diamentro (cm)	15,5	15,3	15,7	**15,50**

Peso (kg)	12,10
Volúmen (cm³)	5805,43
Densidad (gr/cm³)	2,08

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	33,93	N/mm²
	372,2121	kg/cm²
	4921,21	PSI
Resistencia	599,5	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Cilindro No.	22

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	10:02

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	0,8
Temperatura de la mezcla (°c)	24,6
Temperatura ambiente (°c)	19,9

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	31,0	31,0	**30,93**
Diamentro (cm)	16,0	15,8	15,7	**15,83**

Peso (kg)	12,50
Volúmen (cm³)	6090,63
Densidad (gr/cm³)	2,05

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	33,26	N/mm²
	364,8622	kg/cm²
	4824,03	PSI
Resistencia	587,26	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 11 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 6 (Inicial)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	23

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	11:02

	Pulg.	mm.
Asentamiento	1,0	25,4

Contenido de aire (%)	1,3
Temperatura de la mezcla (°c)	23,8
Temperatura ambiente (°c)	22,0

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	31,0	31,0	**30,93**
Diamentro (cm)	15,5	15,5	15,5	**15,50**

Peso (kg)	12,50
Volúmen (cm³)	5836,88
Densidad (gr/cm³)	2,14

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	30,57	N/mm²
	335,3529	kg/cm²
	4433,87	PSI
Resistencia	540,2	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Cilindro No.	24

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	11:02

	Pulg.	mm.
Asentamiento	1,0	25,4

Contenido de aire (%)	1,3
Temperatura de la mezcla (	23,8
Temperatura ambiente (°c)	22,0

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	31,0	30,8	**30,87**
Diamentro (cm)	15,4	15,5	15,5	**15,47**

Peso (kg)	12,60
Volúmen (cm³)	5799,28
Densidad (gr/cm³)	2,17

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	34,92	N/mm²
	383,0724	kg/cm²
	5064,80	PSI
Resistencia	617,1	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 12 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 6 (1 hora después)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	25

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	11:50

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	0,8
Temperatura de la mezcla (°c)	25,6
Temperatura ambiente (°c)	20,6

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,8	31,0	**30,87**
Diamentro (cm)	15,8	15,5	15,7	**15,67**

Peso (kg)	12,50
Volúmen (cm³)	5950,23
Densidad (gr/cm³)	2,10

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	34,16	N/mm²
	374,7352	kg/cm²
	4954,57	PSI
Resistencia	602,4	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Cilindro No.	26

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	11:50

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	0,8
Temperatura de la mezcla (	25,6
Temperatura ambiente (°c)	20,6

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,8	31,0	**30,87**
Diamentro (cm)	15,4	15,5	15,5	**15,47**

Peso (kg)	12,25
Volúmen (cm³)	5799,28
Densidad (gr/cm³)	2,11

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	32,8	N/mm²
	359,816	kg/cm²
	4757,31	PSI
Resistencia	579,6	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 13 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 7 (Inicial)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	27

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	12:50

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,5	63,5

Contenido de aire (%)	1,2
Temperatura de la mezcla (°c)	24,5
Temperatura ambiente (°c)	21,2

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

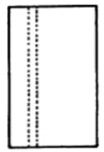
				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,8	31,0	**30,87**
Diamentro (cm)	15,6	15,6	15,5	**15,57**

Peso (kg)	12,25
Volúmen (cm³)	5874,51
Densidad (gr/cm³)	2,09

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	32,28	N/mm²
	354,1116	kg/cm²
	4681,89	PSI
Resistencia	563,7	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Columnar e)	

Cilindro No.	28

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	30/04/2010
Hora del ensayo	12:50

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,5	63,5

Contenido de aire (%)	1,2
Temperatura de la mezcla (	24,5
Temperatura ambiente (°c)	21,2

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	28/05/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,7	30,7	**30,73**
Diamentro (cm)	15,5	15,5	15,5	**15,50**

Peso (kg)	12,35
Volúmen (cm³)	5799,14
Densidad (gr/cm³)	2,13

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	32,87	N/mm²
	360,5839	kg/cm²
	4767,46	PSI
Resistencia	572,1	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 14 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 7 (1 hora después)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	29

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	11:45

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	1,3
Temperatura de la mezcla (°c)	22,1
Temperatura ambiente (°c)	18,1

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

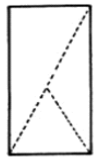
				PROMEDIO
Altura (cm)	30,8	30,8	30,8	**30,80**
Diamentro (cm)	15,1	15,4	15,2	**15,23**

Peso (kg)	12,70
Volúmen (cm³)	5613,47
Densidad (gr/cm³)	2,26

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	22,11	N/mm²
	242,5467	kg/cm²
	3206,83	PSI
Resistencia	405,3	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Cónica y transversal c)	

Cilindro No.	30

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	11:45

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	1,3
Temperatura de la mezcla (	22,1
Temperatura ambiente (°c)	18,1

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,5	30,9	30,7	**30,70**
Diamentro (cm)	15,3	15,5	15,4	**15,40**

Peso (kg)	12,75
Volúmen (cm³)	5718,35
Densidad (gr/cm³)	2,23

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	22,24	N/mm²
	243,9728	kg/cm²
	3225,69	PSI
Resistencia	409,6	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 15 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 8 (Inicial)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	31

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	12:45

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,0	50,8

Contenido de aire (%)	1,9
Temperatura de la mezcla (°c)	22,0
Temperatura ambiente (°c)	16,8

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,7	30,7	30,7	**30,70**
Diamentro (cm)	15,3	15,5	15,5	**15,43**

Peso (kg)	12,80
Volúmen (cm³)	5743,13
Densidad (gr/cm³)	2,23

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	21,07	N/mm²
	231,1379	kg/cm²
	3055,99	PSI
Resistencia	362,3	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Cilindro No.	32

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	12:45

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,0	50,8

Contenido de aire (%)	1,9
Temperatura de la mezcla (	22,0
Temperatura ambiente (°c)	16,8

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,5	30,7	30,6	**30,60**
Diamentro (cm)	15,3	15,2	15,4	**15,30**

Peso (kg)	12,65
Volúmen (cm³)	5625,94
Densidad (gr/cm³)	2,25

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	21,56	N/mm²
	236,5132	kg/cm²
	3127,06	PSI
Resistencia	403,2	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 16 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 8 (1 hora después)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	33

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	12:55

	Pulg.	mm.
Asentamiento	6,5	165,1

Contenido de aire (%)	1,0
Temperatura de la mezcla (°c)	23,7
Temperatura ambiente (°c)	17,7

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,6	31,0	30,8	**30,80**
Diamentro (cm)	15,3	15,2	15,2	**15,23**

Peso (kg)	12,60
Volúmen (cm³)	5613,47
Densidad (gr/cm³)	2,24

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	21,36	N/mm²
	234,3192	kg/cm²
	3098,05	PSI
Resistencia	378,6	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Cilindro No.	34

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	12:55

	Pulg.	mm.
Asentamiento	6,5	165,1

Contenido de aire (%)	1,0
Temperatura de la mezcla (	23,7
Temperatura ambiente (°c)	17,7

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

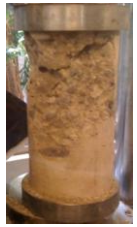
				PROMEDIO
Altura (cm)	30,4	30,6	30,6	**30,53**
Diamentro (cm)	15,3	15,3	15,4	**15,33**

Peso (kg)	12,50
Volúmen (cm³)	5638,17
Densidad (gr/cm³)	2,22

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	21,32	N/mm²
	233,8804	kg/cm²
	3092,25	PSI
Resistencia	378,2	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 17 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 9 (Inicial)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	35

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	01:55

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	1,4
Temperatura de la mezcla (°c)	21,3
Temperatura ambiente (°c)	18,8

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,7	30,7	30,9	**30,77**
Diamentro (cm)	15,4	15,7	15,3	**15,47**

Peso (kg)	12,60
Volúmen (cm³)	5780,49
Densidad (gr/cm³)	2,18

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	21,03	N/mm²
	230,6991	kg/cm²
	3050,19	PSI
Resistencia	362,3	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Cilindro No.	36

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	01:55

	Pulg.	mm.
Asentamiento	4,5	114,3

Contenido de aire (%)	1,4
Temperatura de la mezcla (	21,3
Temperatura ambiente (°c)	18,8

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,7	30,8	30,9	**30,80**
Diamentro (cm)	15,3	15,4	15,4	**15,37**

Peso (kg)	12,60
Volúmen (cm³)	5712,17
Densidad (gr/cm³)	2,21

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	21,11	N/mm²
	231,5767	kg/cm²
	3061,79	PSI
Resistencia	364,5	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 18 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 9 (1 hora después)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	37

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	02:55

	Pulg.	mm.
Asentamiento	6,0	152,4

Contenido de aire (%)	1,2
Temperatura de la mezcla (°c)	22,9
Temperatura ambiente (°c)	19,0

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

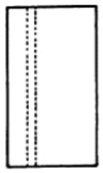
				PROMEDIO
Altura (cm)	30,7	30,9	30,6	**30,73**
Diamentro (cm)	15,0	15,3	15,4	**15,23**

Peso (kg)	12,70
Volúmen (cm³)	5601,32
Densidad (gr/cm³)	2,27

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	22,35	N/mm²
	245,1795	kg/cm²
	3241,64	PSI
Resistencia	417,6	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Columnar e)	

Cilindro No.	38

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	02:55

	Pulg.	mm.
Asentamiento	6,0	152,4

Contenido de aire (%)	1,2
Temperatura de la mezcla (	22,9
Temperatura ambiente (°c)	19,0

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	30,7	30,8	30,7	**30,73**
Diamentro (cm)	15,4	15,3	15,3	**15,33**

Peso (kg)	12,65
Volúmen (cm³)	5675,10
Densidad (gr/cm³)	2,23

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	21,95	N/mm²
	240,7915	kg/cm²
	3183,63	PSI
Resistencia	405,8	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 19 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 10 (Inicial)

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

Cilindro No.	39

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	03:55

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,0	50,8

Contenido de aire (%)	1,6
Temperatura de la mezcla (°c)	20,5
Temperatura ambiente (°c)	20,0

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

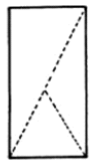
				PROMEDIO
Altura (cm)	30,7	30,9	30,9	**30,83**
Diamentro (cm)	15,3	15,4	15,3	**15,33**

Peso (kg)	12,90
Volúmen (cm³)	5693,57
Densidad (gr/cm³)	2,27

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	21,87	N/mm²
	239,9139	kg/cm²
	3172,02	PSI
Resistencia	386,5	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Cónica y transversal c)	

Cilindro No.	40

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Fecha de ensayo	12/05/2010
Hora del ensayo	03:55

	Pulg.	mm.
Asentamiento	2,0	50,8

Contenido de aire (%)	1,6
Temperatura de la mezcla (	20,5
Temperatura ambiente (°c)	20,0

PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Fecha de falla	10/06/2010

DIMENSION DE LAS PROBETA

				PROMEDIO
Altura (cm)	31,0	31,2	31,2	**31,13**
Diamentro (cm)	15,3	15,3	15,3	**15,30**

Peso (kg)	12,85
Volúmen (cm³)	5724,00
Densidad (gr/cm³)	2,24

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Carga	21,67	N/mm²
	237,7199	kg/cm²
	3143,02	PSI
Resistencia	382,9	kN

TIPO DE FALLA

Esquema de tipo de falla	Registro fotográfico de la falla
 Transversal d)	

Formato. 20 Resultados de ensayos de la mezcla de concreto # 10 (1 hora después)

Anexo 3.

Correlaciones de Parámetros.

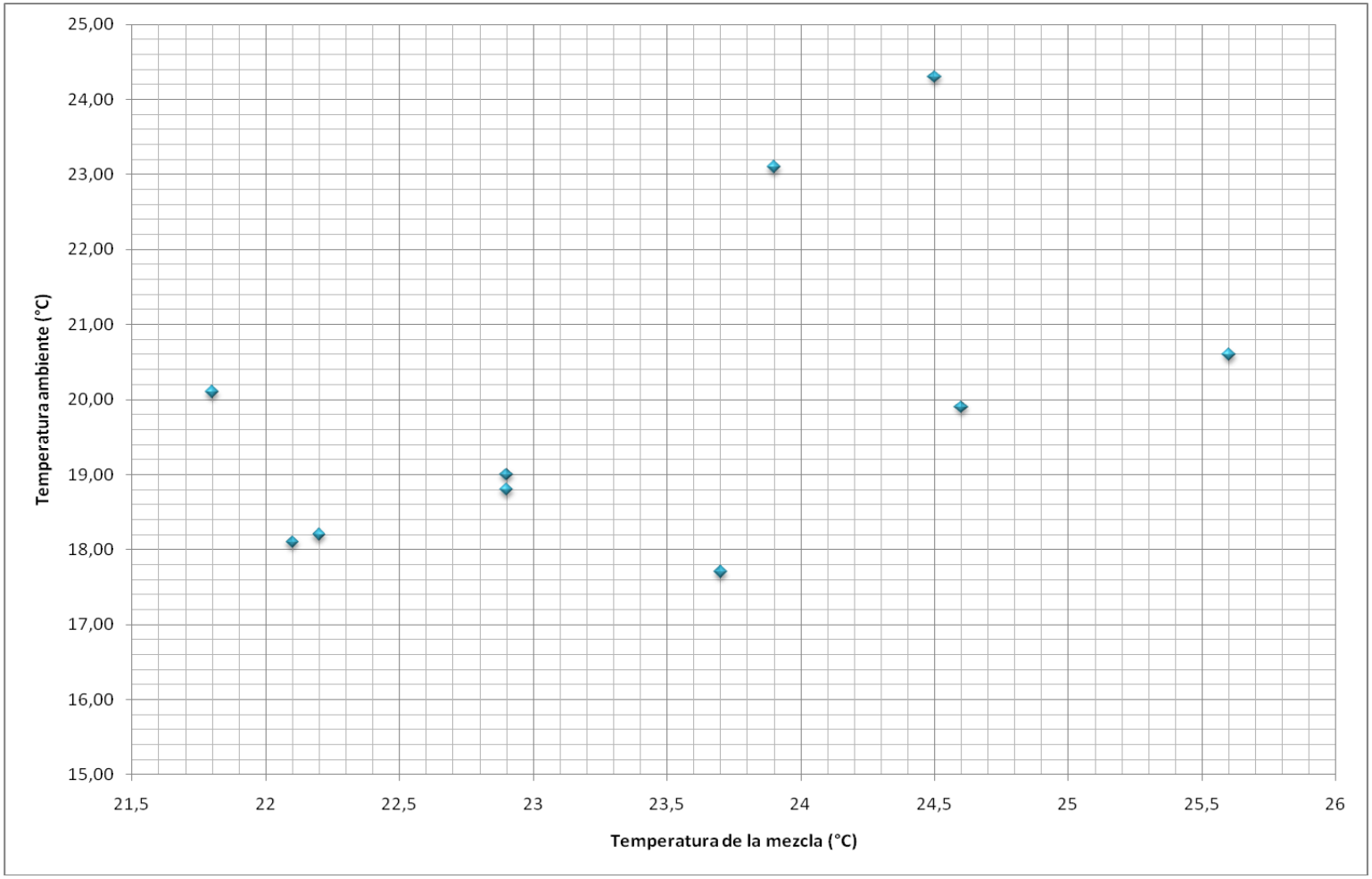


Figura . 1 Correlación temperatura mezcla Vs. Temperatura ambiente.

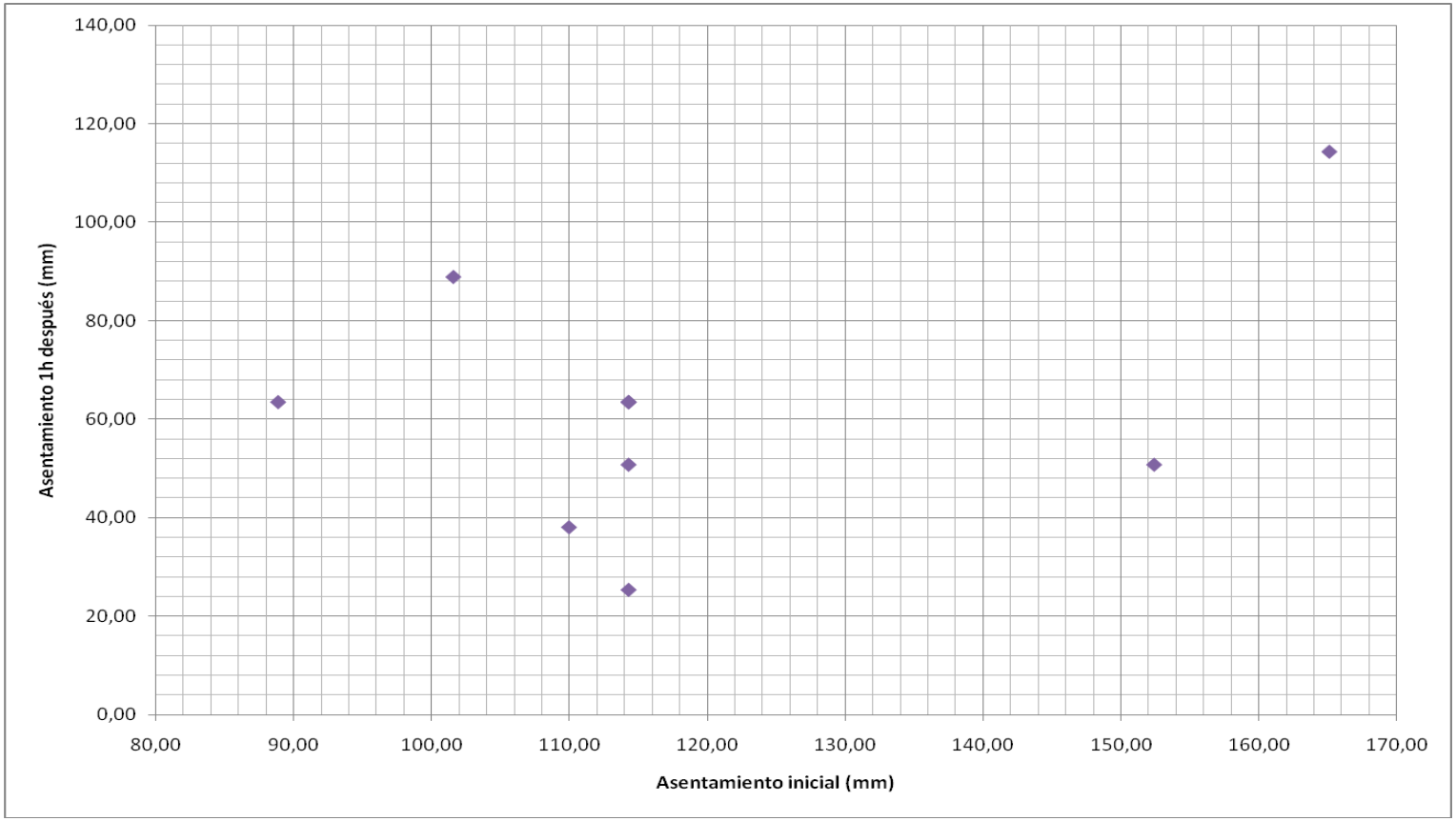


Figura . 2 Correlación asentamiento inicial (mm) y Asentamiento una hora después.

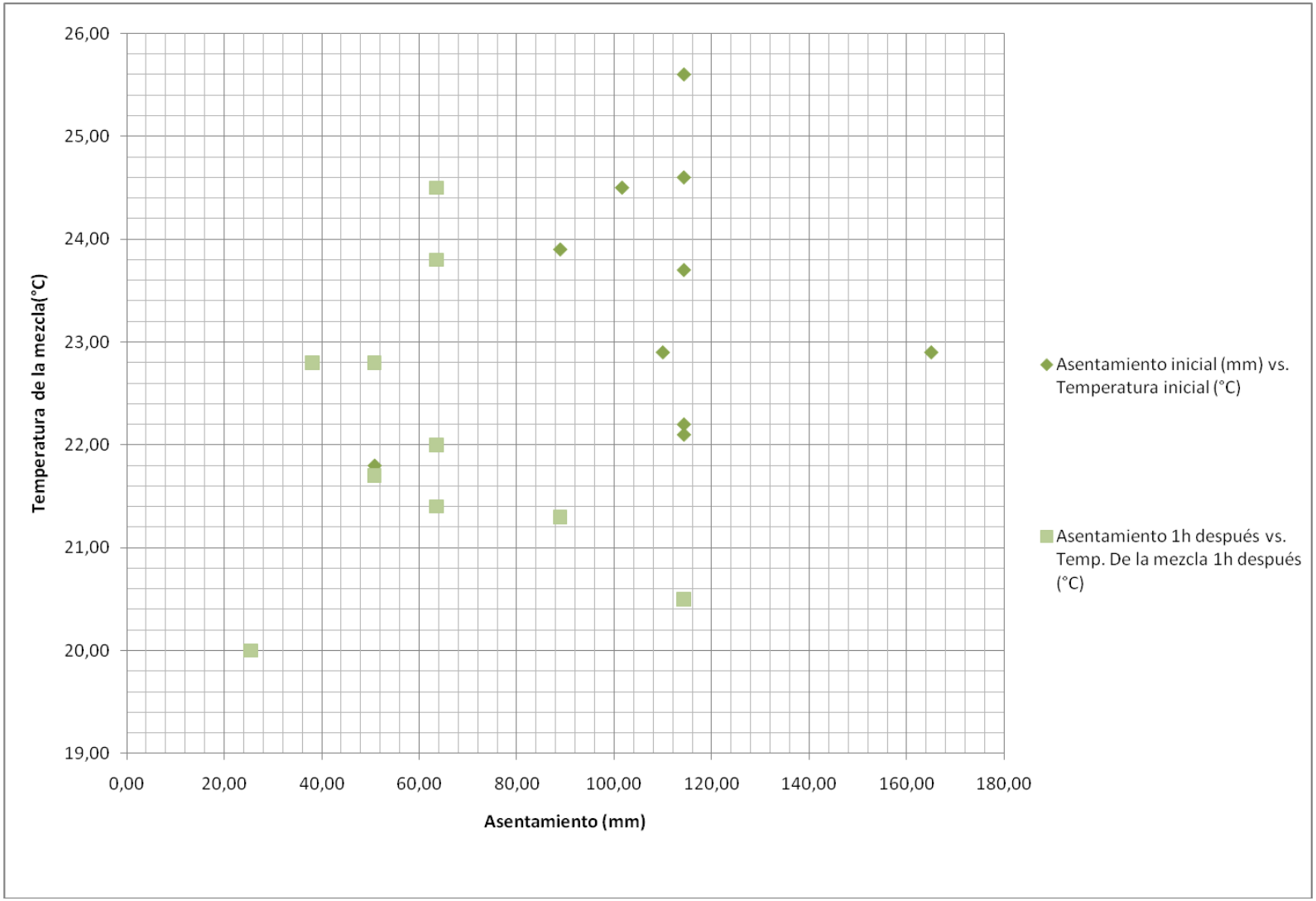


Figura . 3 Correlación temperatura de la mezcla (°C) y Asentamiento (mm)

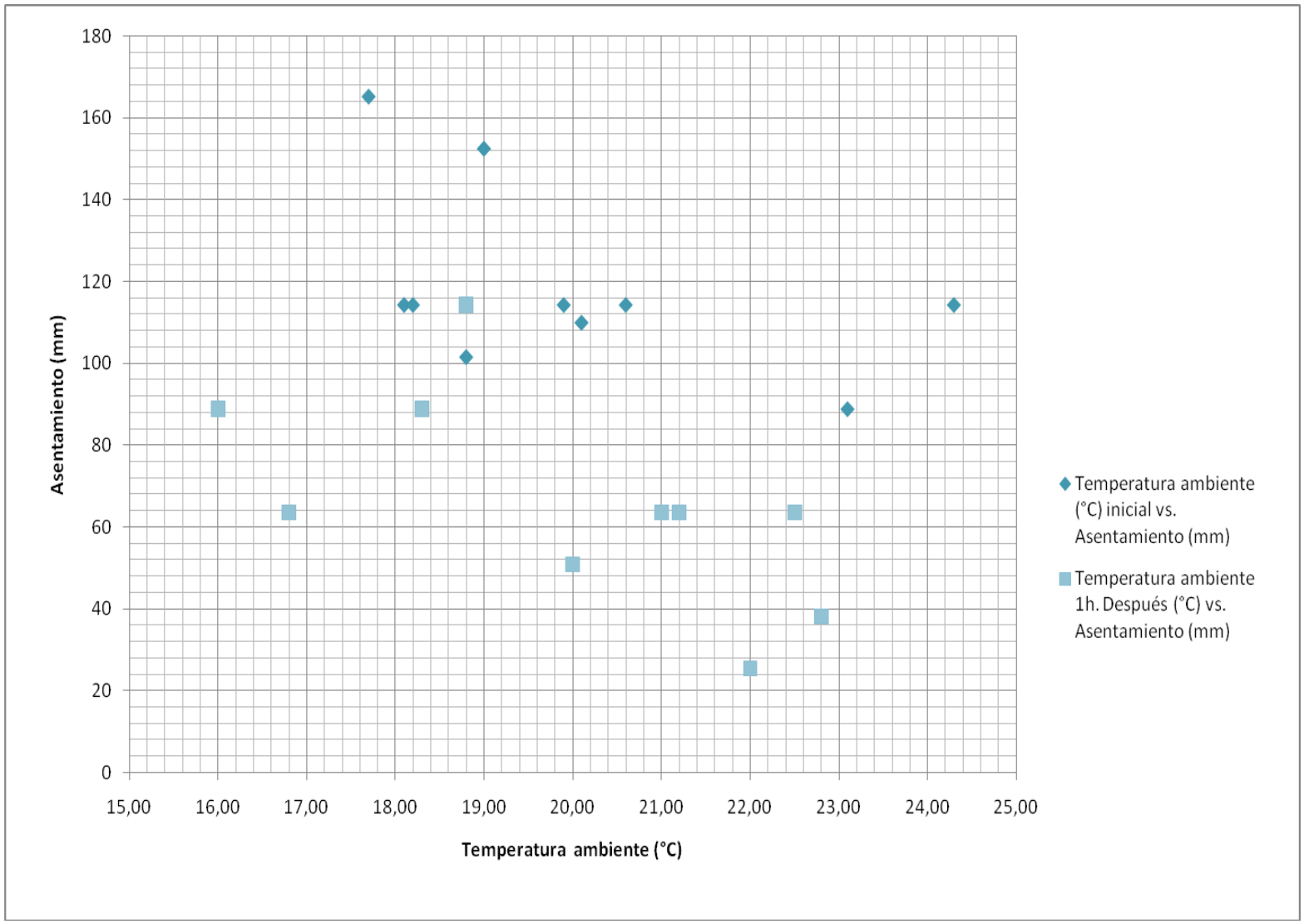


Figura . 4 Correlación temperatura de ambiente (°C) y Asentamiento (mm)

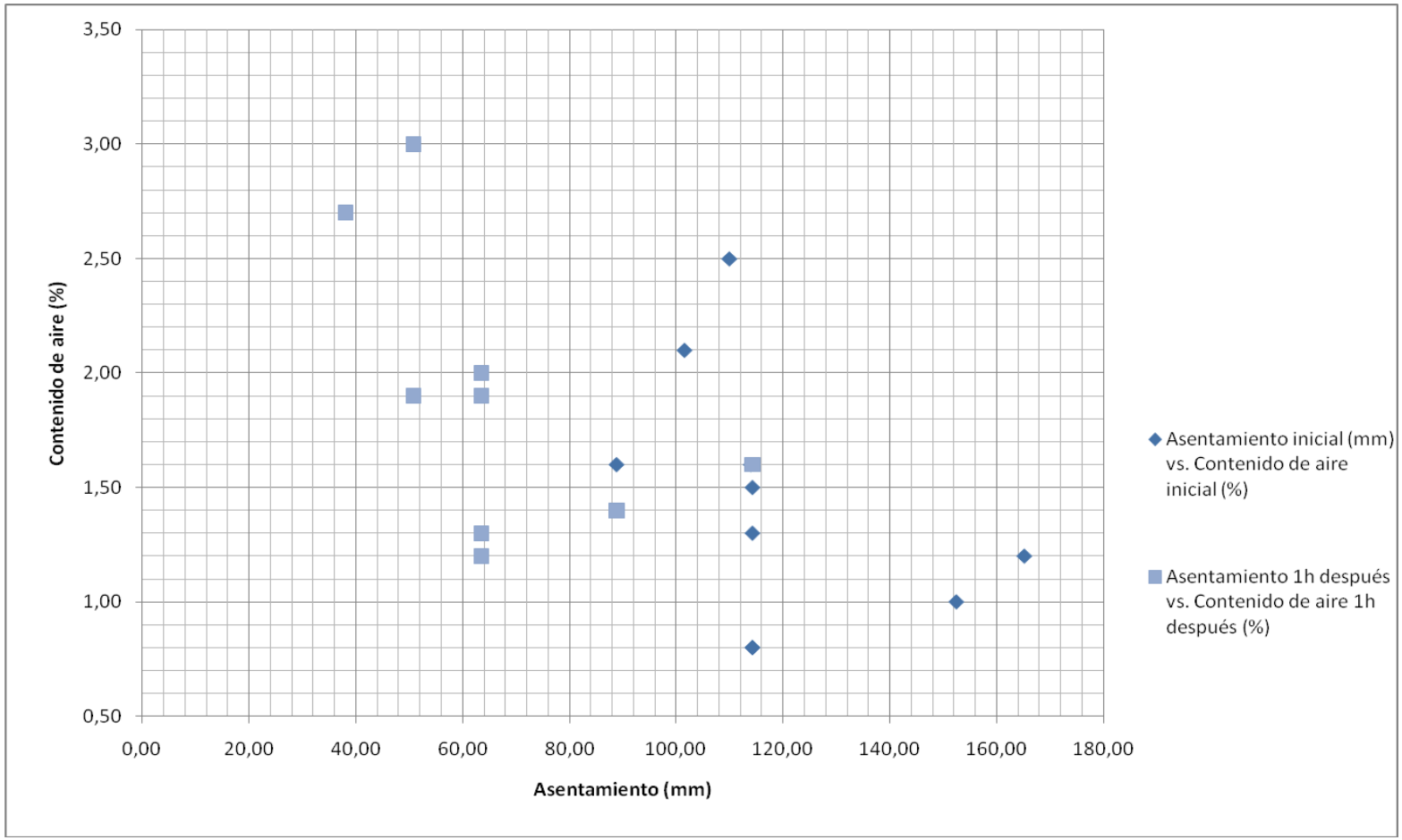


Figura . 5 Correlación contenido de aire (%) y asentamiento (mm)

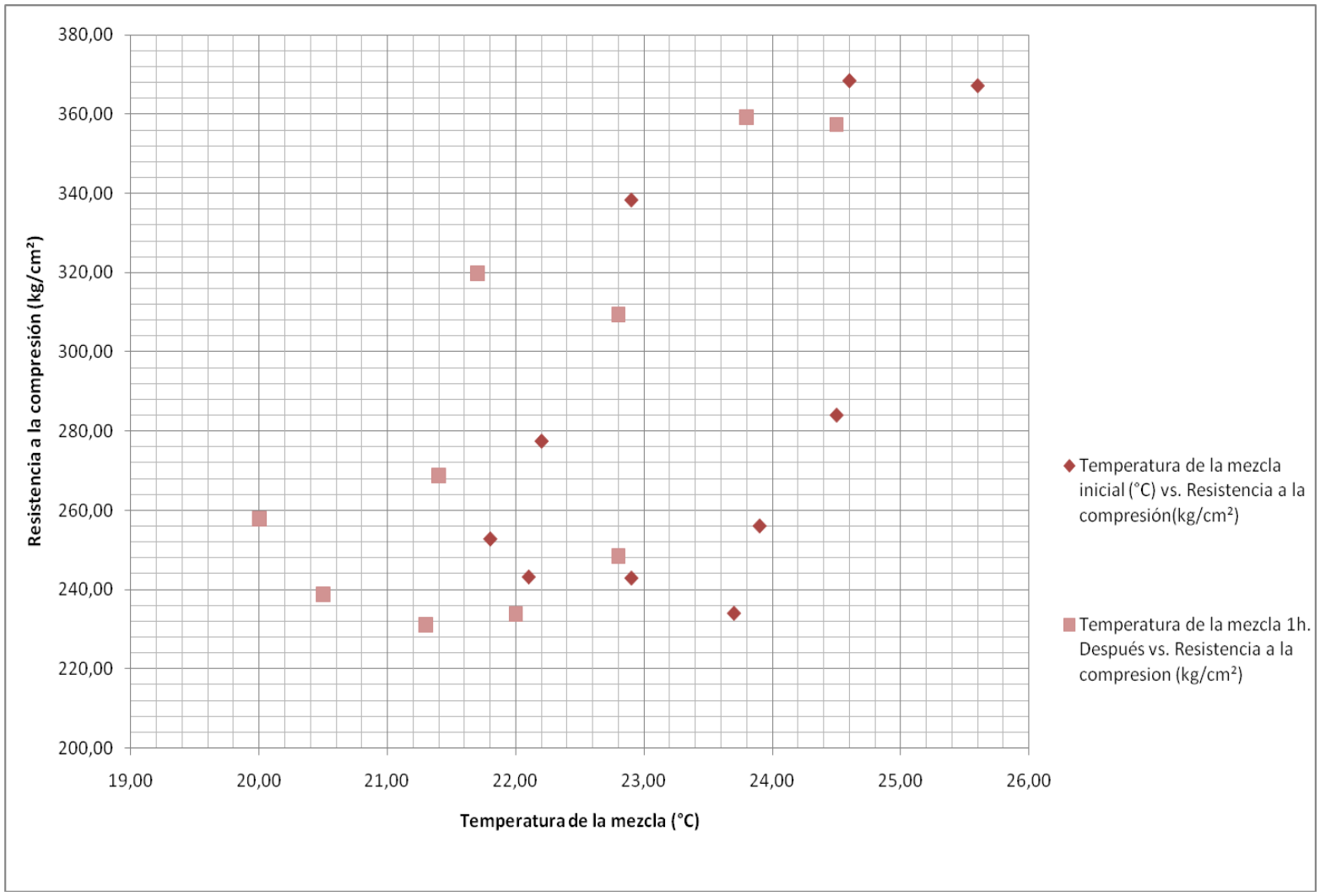


Figura . 6 Correlación Temperatura de la mezcla (°C) y Resistencia a la compresión (kg/cm²)

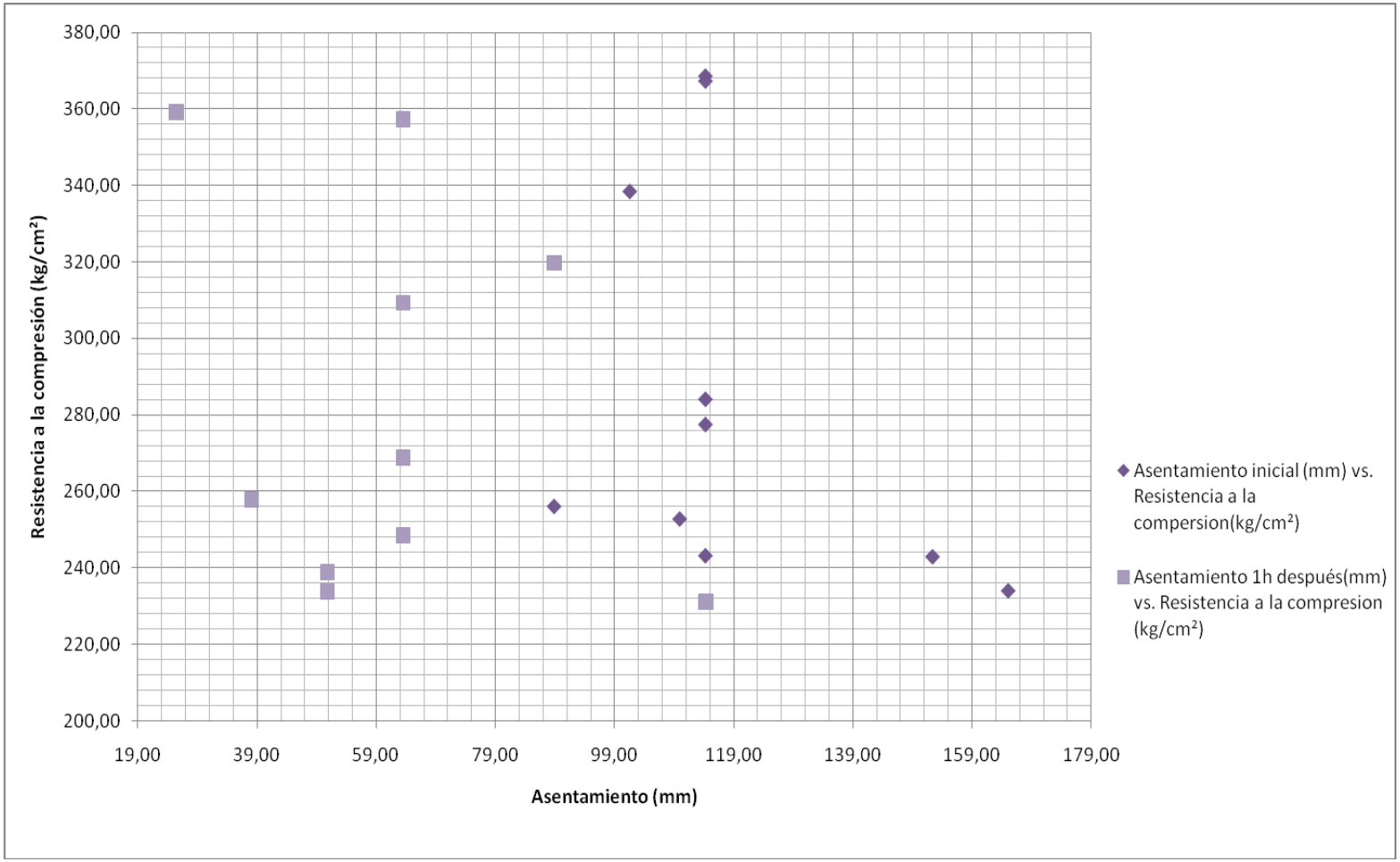


Figura . 7 Correlación Asentamiento (mm) y Resistencia a la compresión (kg/cm²)

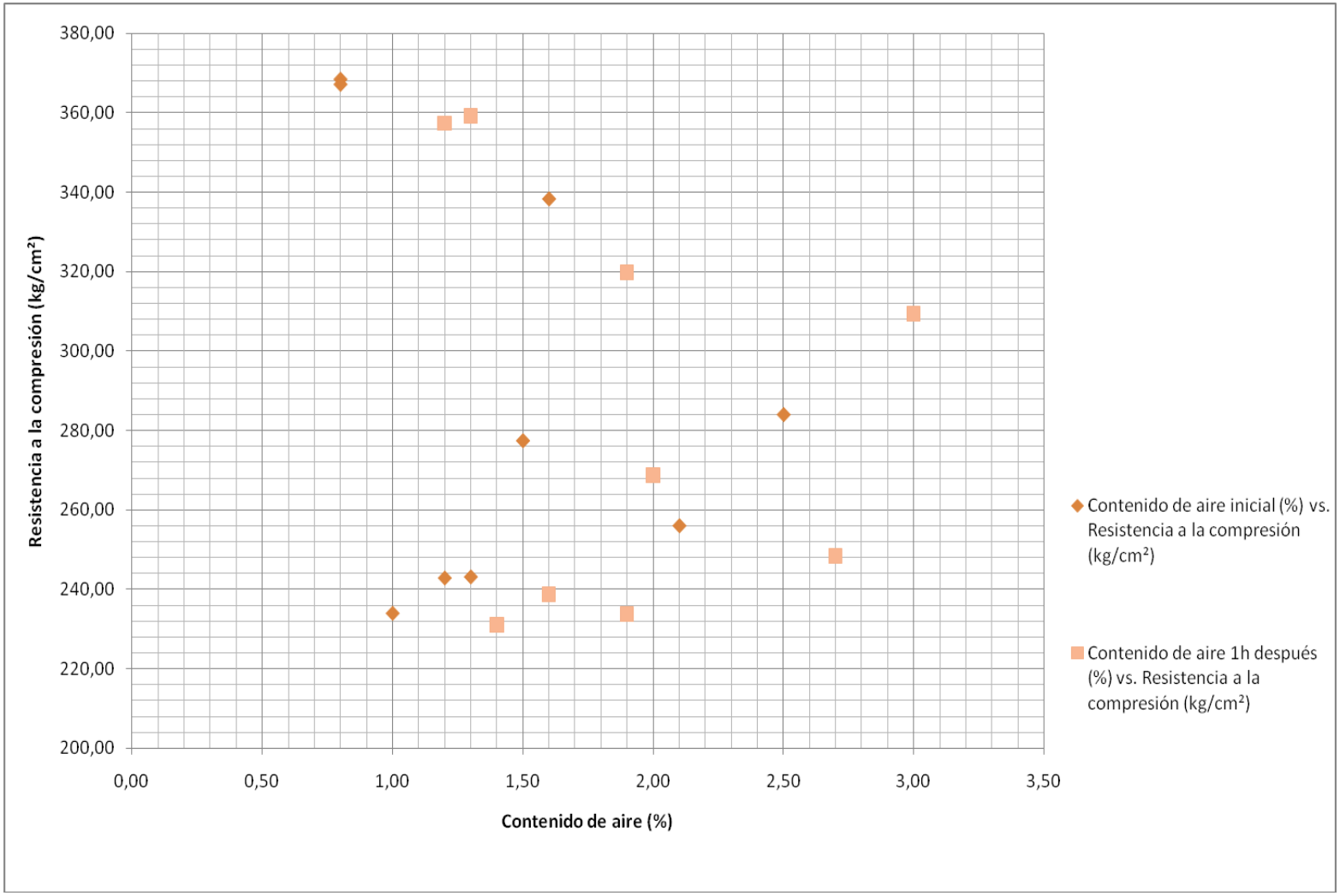


Figura . 8 Correlación contenido de aire (%) y Resistencia a la compresión (kg/cm²)

BIBLIOGRAFIA

[1] Definición del concepto de Hormigón, [En línea] http://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n [Citado el 10 de marzo de 2010]

[2] Glosario Cemex [En línea] http://www.cemex.com/espa/ic/ic_glossary.asp [Citado el 10 de marzo de 2010]

[3] Propiedades del concreto en estado fresco. [En línea] http//: www.concretos.com, Capítulo 4. [Citado el 10 de marzo de 2010]

[4] Resistencia a la flexión. [En línea] http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP16es.pdf [Citado el 22 de abril de 2010]

[5] Concreto estructural. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales [En línea] http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/CONCRETO%20ESTRUCTURAL.htm [Citado el 22 de abril de 2010]

[6] Influencia de la temperatura ambiental en las propiedades del concreto hidráulico [En línea] http://www.ingenieria.uady.mx/revista/volumen11/influencia_de_la_temperatura.pdf [Citado el 29 de septiembre de 2010]

[7]Hormigones en transito [En línea] http://www.multiperlita.com.ar/const-hormigones%20nota.htm [Citado el 29 de septiembre de 2010]

[8]Cementos Argos [En línea] http://www.argos.com.co/wps/portal/inicio/productos/cementos/!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3jfUG9nZzcPIwN_E0djA08Tc1fjQGd_AwNnI30_j_zcVP

2CbEdFALIw1Pg!/dl3/d3/L2dJQSEvUUt3QS9ZQnZ3LzZfTVVLQ0NGSDIwTzRBMzBJNDdFM1FDTzAwQzc!/ [Citado el 29 de septiembre de 2010]

[9] Diccionario de arquitectura y construcción [En línea] http://www.parro.com.ar/definicion-de-%E1rido+fino [Citado el 29 de septiembre de 2010]

[10] Concreto hidráulico [En línea] http://www.slideshare.net/BnJmN/1b-concreto-hidraulico-fresco-color [Citado el 29 de septiembre de 2010]

[11] Guía para la durabilidad del concreto [En linea] http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/publicom/ACI_201_2R_01.pdf [Citado el 12 de octubre de 2010]

[12] Vaciado del concreto en climas fríos [En línea] http://www.concretonline.com/pdf/00hormigon/art_tec/basf04.pdf [Citado el 29 de septiembre de 2010]

[13] ÁLVAREZ, Liliana, RODRIGEZ, Mary Ángel, ACOSTA, Alfonso y HERMIDA, Germán. Asentamiento plástico: un desconocido que se hace ver. Revista Noticreto Ed. 69: Bogotá DC; 2005, p. 36-40.

[14] SANDOR Popovics. ¿El ensayo de asentamiento ya es inútil? ACI Publicaciones técnicas. Revista técnica No.13: American Concrete Institute ACI Seccional Colombia; 2009 p. 4 – 8.

[15] SANCHEZ DE GUZMAN DIEGO, tecnología del Concreto y del Mortero, Biblioteca de la construcción, 2001

[16] SANCHEZ DE GUZMAN DIEGO, tecnología del Concreto y del Mortero, Biblioteca de la construcción, 2001. Capitulo 5, p. 111.

[17] SANCHEZ DE GUZMAN DIEGO, tecnología del Concreto y del Mortero, Biblioteca de la construcción, 2001. Capitulo 5, p. 120.

[18] SANCHEZ DE GUZMAN DIEGO, tecnología del Concreto y del Mortero, Biblioteca de la construcción, 2001. Capitulo 5, p. 121.

[19] Norma técnica colombiana NTC 174. Ingeniería civil y arquitectura, Especificaciones de los agregados para concreto

[20] Norma técnica colombiana NTC 396. Ingeniería civil y arquitectura, Método de ensayo para determinar el asentamiento del Concreto

[21] Norma técnica colombiana NTC 550. Ingeniería civil y arquitectura, Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.

[22] Norma técnica colombiana NTC 673. Ingeniería civil y arquitectura, Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto.

[22] Norma técnica colombiana NTC 1032. Ingeniería civil y arquitectura, Método de ensayo para la determinación del contenido de aire atrapado en concreto fresco. Método de presión.

[23] Norma técnica colombiana NTC 1299. Ingeniería civil y arquitectura, Aditivos químicos para el concreto.

[24] Norma técnica colombiana NTC 1926. Ingeniería civil y arquitectura, Método para determinar la masa unitaria, rendimiento y contenido de aire atrapado por gravimetría del concreto.

[25] Norma técnica colombiana NTC 3357. Ingeniería civil y arquitectura, Método para determinar la temperatura del concreto fresco.