



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL
PLASTIFICANTE DARATARD 17 Y EL
SUPERPLASTIFICANTE DARACEM 100
EN EL VACIADO DE CONCRETO DE
RESISTENCIA 250 KG/CM²**

Autor:

Aguilera, Sebastian

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PLASTIFICANTE DARATARD 17 Y EL
SUPERPLASTIFICANTE DARACEM 100 EN EL VACIADO DE
CONCRETO DE RESISTENCIA 250 KG/CM²**

Proyecto de Trabajo de Grado para optar por el título de
INGENIERO CIVIL

Autor: Aguilera, Sebastian C.I. 20211040

Tutor académico: Ing. Fernando De Macedo

San Diego, julio 2018



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI -CV-012-2018-IICR

Valencia, 31 de Octubre de 2018.

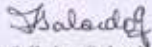
Ciudadano:
Sebastian Aguilera
C.I: 20.211.040
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2018 de fecha 31-10-2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PLASTIFICANTE DARATARD 17 Y EL SUPERPLASTIFICANTE DARACEM 100 EN EL VACIADO DE CONCRETO DE RESISTENCIA 250KG/CM²**. Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación del Ing. Fernando De Macedo, C.I: 7.114.125 y la Ing. Alicia Yáñez, C.I.: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,




Prof. Zulay Salcedo
Decana de la Facultad de Ingeniería

e. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr

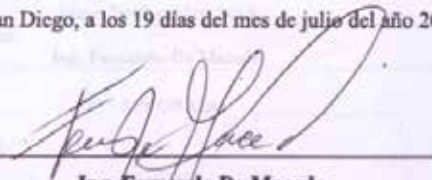


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. Fernando De Macedo portador de la cédula de identidad N° 7.114.125 en mi carácter de tutor de trabajo de grado presentado por el ciudadano Sebastian Aguilera, portador de la cédula de identidad N° 20.211.040, titulado **ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PLASTIFICANTE DARATARD 17 Y EL SUPERPLASTIFICANTE DARACEM 100 EN EL VACIADO DE CONCRETO DE RESISTENCIA 250 KG/CM2**; presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 19 días del mes de julio del año 2018.


Ing. Fernando De Macedo

C.I: 7.114.125



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

San Diego, julio 2018

ACTA DE REVISIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PLÁSTIFICANTE DARATARD 17 Y EL SUPERPLÁSTIFICANTE DARACEM 100 EN EL VACIADO DE CONCRETO DE RESISTENCIA 250 KG/CM²**, realizado por Aguilera Moreno Sebastian Gerardo C.I. 20211040, ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Fernando De Macedo
Tutor Académico


Firma

02-08-2018
Fecha

Ing. Alicia Yanes de Pizzella
Tutor Metodológico


Firma

1-8-2018
Fecha

DEDICATORIA.

Primeramente, debo agradecer a Dios Padre por todas sus misericordias para conmigo y a su hijo Jesús Cristo por ser la luz de mi camino, por siempre estar a mi lado y acompañarme en cada uno de mis pasos, por permitirme permanecer firme en el camino, les dedico este paso; mi carrera y todos mis logros.

A mis padres, Freddy Aguilera y Thaiz Moreno, por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida, por enseñarme la importancia de estudiar y aprender nuevos conocimientos.

Hortensia Parra, mi linda abuelita por todo su amor y oraciones en tiempos de prueba.

Thailiuska Aguilera por ser mi ejemplo a seguir, por su humildad y perseverancia.

José Moreno y Rosaura Meza, por enseñarme el amor al trabajo y sacrificio, por siempre apostar a mí.

Les dedico este logro.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Yahveh, por estar conmigo en todo momento y darme la confianza para siempre seguir adelante; por toda su sabiduría y misericordias para conmigo.

A Jesús Cristo por morir por mí en la cruz y por llevar día a día todas mis cargas.

A mi profesora Emerly Castillo por sus buenos consejos y amor; Reinaldo Riveros por su Dedicación, Alejandro Pocaterra por su franqueza y por compartir la verdad en clase.

A mi tutor Ing. Fernando De Macedo, le agradezco su apoyo y dedicación, motivación que me brindó durante este trayecto para culminar mi tesis. Ha sido un privilegio contar con su guía y ayuda.

A mi tutora Metodológica Alicia Pizzela, por su bondad y ayuda en momentos de dificultad

A Miguel Texeira por abrirme las puertas de FRAMEX y prestarme las instalaciones de la compañía para llevar a cabo mi trabajo especial de grado.

A Armando Gásperi por enseñarme sobre el concreto.

A mis Padres y Tíos, por ayudarme y estar para mí a lo largo de mi carrera, por su apoyo, comprensión y paciencia, por brindarme la mejor educación y las mejores lecciones. Gracias.

A mi amiga Adriana Ochoa por ser como una madre, por todas sus atenciones y consejos.

Paola Celis por ser una hermana, por abrirme las puertas de su casa y por ser parte de mi familia.

A Viviam Ardila por enseñarme lecciones de paciencia y bondad.

INDICE

CONTENIDO	pp.
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN INFORMATIVO.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I	EL PROBLEMA	
1.1	Planteamiento del Problema.....	4
1.2	Formulación del Problema.....	5
1.3	Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1	Objetivo General.....	5
1.3.2	Objetivos Específicos.....	5
1.4	Justificación.....	6
1.5	Alcance y Delimitaciones de la Investigación.....	6
II	MARCO TEÓRICO	
2.1	Antecedentes.....	8
2.2	Bases Teóricas.....	10
2.2.1	Concreto.....	10
2.2.2	Tipos de Concreto.....	10
2.2.3	Componentes del Concreto.....	11
2.2.4	Aditivos para el Concreto.....	11
2.2.5	Cono de Abrams.....	12

2.2.6	Medición de Asentamiento.....	13
2.2.7	Cemento.....	13
2.2.8	Cemento Portland.....	13
2.2.9	Ensayo de Compresión.....	15
2.2.10	Análisis Granulométrico.....	16
2.2.11	Principios Estadísticos.....	16
2.2.12	Parámetros Estadísticos.....	17
	2.2.12.1 Promedio	

III	MARCO METODOLÓGICO	
3.1	Tipo de Investigación.....	37
3.2	Nivel de Investigación.....	37
3.3	Diseño de Investigación.....	37
3.4	Población y Muestra.....	38
3.5	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	38
3.6	Fases de la Investigación	39
IV	RESULTADOS	
4.1	Diseño de Mezclas.....	41
4.2	Reducción de Agua.....	44
4.3	Relación Agua/Cemento.....	44
4.4	Incidencia de los Aditivos en el Costo del Concreto...	45
4.5	Tablas de Resistencias.....	48
	CONCLUSIONES	63
	RECOMENDACIONES	66
	BIBLIOGRAFÍAS	67
	Impresas.....	67
	Digitales.....	68

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO

CUADRO		pp.
1: Clasificación de los Aditivos.....		10
2: Tipos de Cemento Portland.....		13

INDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

FIGURA	pp.
1: Ensayo de Compresión.....	16
2: Ejemplo de distribución estadística de la resistencia del concreto.....	20
3: Área bajo la curva normal entre algunos puntos singulares.....	21
4: Distribución normal para tres concretos con igual resistencia especificada y distintos valores de desviación estándar.....	21
5: Cilindros.....	33
6: Encofrado.....	34
7: Mezcla de Concreto.....	35
8: Porcentaje de Reducción de agua por muestra	45
9: Costos de 1 m ³ de concreto.....	47
10: Resistencias a Compresión de las Muestras de Concreto a los 7 días.....	60
11: Resistencias a Compresión del Concreto a los 28 días.....	61
12: Comparación de Resistencias a compresión del concreto.....	62

INDICE DE TABLAS

CONTENIDO

TABLA	pp.
1: Factor del Rango Ponderado.....	18
2: Valores de Z y el área bajo la curva de la distribución normalizada.....	22
3: Factores de modificación para la desviación estándar cuando se dispone de menos de 30 ensayos consecutivos.....	27
4: Resistencia promedio a la compresión requerida, F'_{cr} , cuando no se dispone de datos para establecer la desviación estándar.....	28
5: Valores de la desviación estándar que son de esperar en el concreto, según el grado de control.....	29
6: Desviación estándar de los ensayos, S_e	31
7: Proporciones para 1 m ³ de concreto.....	41
8: Proporciones para producir un veinteavo m ³ de mezcla.....	42
9: Estimación de agua y contenido de aire.....	42
10: Estimación del agregado grueso.....	43
11: Estimación del agregado fino.....	43
12: Costo de Materias Primas para el concreto sin aditivo (CAP).....	45
13: Costo de Materias Primas para el concreto con aditivo Daratad 17(CAD17).....	47
14: Costo de Materias Primas para el concreto con aditivo Daracem (100).....	47
15: Costo de Aditivos Vs Uso.....	47
16: Resistencia a Compresión del Concreto Base, a los 7 días. (1-10).....	48
17: Resistencia a Compresión del Concreto Base, a los 7 días. (11-20).....	49

18: Resistencia a Compresión del Concreto Base, a los 28 dias. (21-30).....	50
19: Resistencia a Compresión del Concreto Base, a los 28 dias. (31-40).....	51
20: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daratad 17, a los 7 dias. (1-10).....	52
21: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daratad 17, a los 7 dias. (11-20).....	53
22: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daratard 17, a los 28 dias. (21-30).	54
23: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daratard 17, a los 7 dias. (31-40).	55
24: Resistencia a Compresión del Concreto con Daracem 100, a los 7 dias. (1-10).	56
25: Resistencia a Compresión del Concreto con Daracem 100, a los 7 dias. (11-20).	57
26: Resistencia a Compresión del Concreto con Daracem 100, a los 28 dias. (21-30).	58
27: Resistencia a Compresión del Concreto con Daracem 100, a los 28 dias. (31-40).	59
28: Reducción de Agua	44
29: Relación Agua/Cemento	44



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIVIL
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PLASTIFICANTE DARATAD 17 Y EL SUPERPLASTIFICANTE DARACEM 100 EN EL VACIADO DE CONCRETO DE RESISTENCIA 250 KG/CM²

Autor: Aguilera, Sebastian.

Tutor: Ing. Fernando De Macedo.

Fecha: julio 2018

RESUMEN INFORMATIVO

El presente trabajo tiene como objetivo de estudio realizar el análisis comparativo del aditivo plastificante Daratard 17 y el superplastificante Daracem 100 en el vaciado de concreto de resistencia 250 kg/cm². El logro de dicho objetivo se realizará mediante el carácter de proyecto factible por medio de un nivel de investigación descriptivo y diseño de investigación de campo-experimental, que permitirá analizar y comparar los resultados a través de ensayos de compresión. El proceso se desarrollará tomando en cuenta las fases del proyecto. Fase I. Comparar la trabajabilidad del concreto con cada aditivo en dosis media. Fase II. Analizar la incidencia en los costos del concreto de acuerdo a su uso. Fase III. Verificar la ganancia de resistencia con la adición de los aditivos. Dicho proyecto está dirigido a suministrar una información adecuada acerca de la acción de cada aditivo antes mencionado en una mezcla de concreto, determinando los posibles datos que se refieran a la proporción entre costo y uso que podrían ser empleados para el diseño de concreto de resistencia 250kg/cm² con agregados tradicionales.

Descriptor: Aditivo, Concreto, Resistencia.

INTRODUCCIÓN

Los aditivos se utilizan para mejorar o cambiar las propiedades específicas del concreto y para mejorar la calidad de los proyectos de construcción. Los aditivos hacen más que mejorar la resistencia del concreto, también se pueden utilizar para añadir color o textura con fines decorativos. Existe una amplia gama de aditivos para concreto para asegurar que se cumplan todos los criterios y que el producto final cumpla con los requisitos del proyectista. La evolución de los aditivos es materia fundamental de estudio para la fabricación de nuevos concretos. Por ello, la industria de químicos para la construcción, toma un especial interés en aportar soluciones a las exigencias actuales de diseño y construcción. Es de gran utilidad el poder modificar las propiedades del concreto con dichos aditivos para un mejor aprovechamiento del mismo.

Con el avance de los estudios, cada vez se va consolidando a nivel internacional el criterio de considerar a los aditivos como un componente normal dentro de la tecnología del concreto moderno ya que contribuyen a minimizar los riesgos que ocasiona el no poder controlar ciertas características inherentes a la mezcla de concreto original, como son los tiempos de fraguado, la estructura de vacíos, el calor de hidratación, entre otras. Dentro de este contexto, el estudio de los aditivos es materia de primer orden, porque solamente a través de pruebas y ensayos de sus efectos sobre el concreto, se puede generar información que guie su uso de acuerdo a las necesidades previstas en los diseños de las obras.

El concreto es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade áridos (agregado), agua y aditivos específicos, es uno de los materiales más utilizados en construcción, es la base de

muchos proyectos importantes, por sus características: trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad; éstas pueden variar en un grado considerable, mediante el control de sus componentes. Por tanto, para una estructura específica, resulta económico utilizar un concreto que tenga las características exactas que dependerán del tipo de estructura que se quiera llevar a cabo. La Resistencia a la compresión del concreto debe ser alcanzada a los 28 días después de vaciado y realizado el curado correspondiente; es imperativo que el concreto utilizado en la construcción sea resistente y que cumpla con las características propias a su diseño, de manera tal que se evite la aparición de grietas.

El constante avance de la sociedad, en sus procesos dinámicos genera la necesidad de crear nuevas tecnologías en el diseño del concreto, lo cual ha conllevado a una continua investigación de todos sus componentes; entre ellos los aditivos químicos; son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de realizada la pasta de concreto y que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del concreto.

En concordancia a lo expuesto, esta investigación se realizará con la finalidad de profundizar en el conocimiento de los aditivos, como productos fundamentales en la elaboración del concreto. Determinados por la necesidad de obtener resultados que comprueben la efectividad y describan los efectos que infieren el aditivo plastificante Daratard 17 y el superplastificante Daracem 100 sobre mezclas de concreto tradicionales; se presenta el siguiente trabajo de grado el cual quedara estructurado en cuatro capítulos que se resumen a continuación:

Capítulo I. El Problema: Se suministra la información necesaria para entender el problema, los objetivos y el alcance planteado.

Capítulo II. Marco Teórico. Este capítulo habla de las bases teóricas que envuelven el área de la investigación que se planteó.

Capítulo III. Marco Metodológico. En ella se señala el tipo de investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el análisis de los resultados y se señalan las fases de la investigación.

Capítulo IV. Los Recursos. Donde se explican todas las herramientas obtenidas para la elaboración del proyecto, como lo son, recursos humanos, institucionales, materiales y cronograma de actividades (tiempo).

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El concreto es uno de los materiales más usados en la construcción y se produce con una mezcla de agregados gruesos, agregados finos, cemento y agua. Las partículas de cemento, dependiendo fundamentalmente de su diámetro medio, son los áridos que se clasifican en grava, gravilla y arena. El uso de los aditivos en el concreto premezclado hoy en día es algo muy común, anteriormente la calidad del concreto no era como los de hoy, y esto se debe al avance del estudio en el área de los aditivos; los cuales han ido evolucionando desde el momento de su aparición. Los aditivos son compuestos químicos que, al ser añadidos a la mezcla de concreto, pueden mejorar algunas de sus propiedades como material de construcción.

Los aditivos han tenido un papel muy importante en la diversificación y el surgimiento de nuevos diseños de concreto, hecho que se logró, en gran medida, a través de su implementación en la solución de los problemas de colocación. La experimentación con aditivos se realiza mediante una serie de ensayos que buscan la comprobación de la efectividad del producto con los materiales que se van a utilizar en la obra; así como también busca establecer parámetros sobre el comportamiento de variables como la reducción de agua, plasticidad, tiempo de fraguado y resistencia a compresión, que permitan tener un conocimiento de las cualidades que confieren a la mezcla tanto en su estado fresco como en su estado endurecido.

Con el advenimiento de los aditivos se abrieron vías en la investigación del concreto, el estudio de los efectos de esta nueva gama de productos es determinante para conocer sus propiedades y poder incorporarlos de manera confiable; entre los investigados frecuentemente se encuentran, los plastificantes (reductores de agua), retardadores de fraguado, aceleradores, repelentes de agua, inhibidor de corrosión, entre otros; particularmente en el presente estudio se evaluará la acción del plastificante Daratard 17 y del superplastificante Daracem 100 en la mezcla de concreto para

conocer su incidencia en distintas variables, como podrían ser: la trabajabilidad del concreto, reducción de agua, durabilidad, y resistencia.

La investigación de este tema es de gran importancia porque permite observar, como la reducción de agua en la mezcla afecta la resistencia mecánica y la trabajabilidad, debido a su gran poder dispersante que fluidifica considerablemente la mezcla con poca agua, disminuyendo la relación agua/cemento. El énfasis en el análisis de la incorporación de dosis de aditivos debidamente programadas de acuerdo a las cualidades particulares de un proyecto, se verá retribuida en la obtención de mezcla de concretos superiores que estén ajustadas a las exigencias de la obra y que facilitan en gran medida los procesos constructivos y disminuya costos.

En este sentido, el problema del presente estudio está dirigido a proporcionar una información adecuada acerca de la acción de cada aditivo antes mencionado en una mezcla de concreto, estableciendo datos de referencia en relación a la dosificación y la proporción que podrían ser utilizadas para el diseño de la mezcla de concreto de resistencia 250kg/cm² con agregados tradicionales.

1.2 Formulación del Problema

Por lo antes expuesto se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo se pueden verificar las propiedades del concreto usando los aditivos plastificantes Daratard 17 y superplastificante Daracem 100 en el vaciado de concreto de resistencia 250 kg/cm²?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Realizar el análisis comparativo del aditivo plastificante Daratard 17 y el superplastificante Daracem 100 en el vaciado de concreto de resistencia 250 kg/cm².

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Comparar la trabajabilidad del concreto con cada aditivo.
2. Analizar la incidencia en los costos del concreto de acuerdo a su uso.
3. Verificar la ganancia de resistencia con la adición de los aditivos.

1.4 Justificación del Problema

La importancia del estudio de los aditivos se explica por la necesidad de responder con rapidez a los avances de la industria de la construcción con concreto. Es por ello que la conveniencia del estudio radica en proporcionar una serie de datos a partir de la experimentación que sirvan de información para futuros diseños de mezclas.

En relación a esto surgen interrogantes, como por ejemplo que beneficios proporcionarían la incorporación de los aditivos plastificante y superplastificante en el diseño de mezcla de concreto, así como también como inciden sobre la reducción de agua en la mezcla de concreto de resistencia 250kg/cm^2 .

Una de las interrogantes sería el comportamiento de variables correspondientes al estado fresco como lo son el asentamiento medido a través del cono de Abrams y la reducción de agua de la mezcla. En relación al estado endurecido, se estudiarán los efectos que se lograrían en la ganancia o pérdida de resistencia mecánica a las edades de, 7 y 28 días a través de los niveles de dosificación mínima de los aditivos estudiados.

La presente investigación busca analizar y comparar el comportamiento práctico o en campo del concreto con el aditivo plastificante Daratard 17 y el superplastificante Daracem 100, ya que este estudio comparativo no se ha realizado y servirá para que las empresas y particulares dedicados a este campo, puedan obtener una mejor trabajabilidad del concreto sin aumentar la cantidad de agua, utilizando la dosificación recomendada; y así dar una conclusión de dicho trabajo de investigación.

1.5 Alcance y Delimitaciones de la Investigación

El presente trabajo de grado se basa en el análisis comparativo de los aditivos plastificante Daratard 17 y el superplastificante Daracem 100, el cual se realizará en el laboratorio de FRAMEX C.A, situado en la variante Bárbula, Municipio San Diego, Edo. Carabobo, Venezuela, dicho análisis requiere de una serie de conocimientos técnicos para poder elaborar las diferentes mezclas de concreto y controlar de manera correcta los equipos para realizar los ensayos.

Este trabajo se limitará al uso de los aditivos antes mencionados, en las dosis recomendadas por la empresa FRAMEX C.A, para así comparar los resultados obtenidos entre ambos aditivos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En el capítulo, se proponen una serie de consideraciones teóricas vinculadas con esta investigación; las que han sido estructuradas a tal efecto; comenzando por los antecedentes del estudio, entre los que se proponen varios análisis de trabajos relacionados al problema planteado.

Seguidamente, se exponen las bases teóricas que formulan principales conocimientos acerca del concreto, sus componentes y el uso de los aditivos, como modificadores de sus propiedades; se expone también, la teoría sobre las propiedades de los aditivos plastificantes y superplastificantes, objeto de estudio. Se concluye el capítulo con las definiciones conceptuales de los términos propios de la investigación.

2.1 Antecedentes

En este estudio, se localizaron trabajos de investigación que al igual que el presente estudiaron la variable que se desarrolla, sus dimensiones e indicadores, es decir el comportamiento del concreto de diferentes resistencias, con cambios en su composición y sus propiedades, haciendo uso de diferentes tipos de aditivos. Estos trabajos se presentan a continuación.

Ruiz Griselda, y Bashshar Ibrahim, (1991) en su Trabajo de Grado titulado, **Comportamiento del concreto ante el uso combinado de aditivos A, D, F y G**, realizado en la Universidad de Carabobo, planteó: el estudio de la acción combinada de estos aditivos y sus efectos reductores de agua y retardadores de fraguado, planteando el uso de las dosificaciones. Esta investigación se considera un antecedente debido a que estudian el efecto de los aditivos tipo F y G.

Así mismo, Muñoz F, y Rodríguez L, (2003) en su Trabajo de Grado titulado, **Estudio de las características del concreto basado en un diseño de mezcla con la incorporación de un aditivo de nueva generación reductor de agua de alto rango y retardador de fraguado**, realizado en la Universidad de Carabobo, describió:

El aditivo Glenium TC 1303, basado en la tecnología Glenium. Este trabajo se revisó ya que presenta un estudio referido a un aditivo de nueva generación reductor de agua. Además, González L, y Vásquez A, (2005) en su Trabajo de Grado titulado, **Incidencia de la acción conjunta de los aditivos tipo B (Polyheed Ri) y tipo F (Glenium 3200 HES), sobre una mezcla de concreto de resistencia 210 kg/cm²**, realizado en la Universidad de Carabobo, se propuso: determinar la incidencia de la acción conjunta de los aditivos tipo B y tipo F. Se buscó evaluar el efecto reductor de agua y de retardo de fraguado para observar el tiempo de duración de la plasticidad; verificar la ganancia de resistencia mecánica como consecuencia de la acción reductora y capacidad hiperfluidificantes sobre la mezcla; con el fin de aportar conocimientos a el estudio del concreto Autocompactante. El aporte para esta investigación es la posible reducción de agua como incidencia que se podría obtener a través del uso del aditivo tipo F usado en dicho trabajo de grado.

Por último, Mayta Jhonathan, (2014) en su Trabajo de Grado titulado, **Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto**, realizado en la Universidad Nacional del Centro del Perú, estudió: cómo influye el aditivo superplastificante en las propiedades del concreto para sus estado fresco y endurecido. La presente tesis tiene como objetivo analizar el comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido (trabajabilidad, tiempo de fraguado y resistencia mecánica), debido a la incorporación del aditivo superplastificante en las mezclas de concreto. Para esto primeramente se prepararon los diseños mezclas patrones (sin el aditivo mencionado) de relaciones $a/c=0.40, 0.50$ y 0.60 , según el método de agregado global y para un asentamiento de cono de 4"; luego sin variar los componentes iniciales del concreto patrón, se incorporaron diferentes dosis de aditivo superplastificante (250, 450, 650 ,850 y 1050 ml por cada 100 kg de cemento), obteniéndose así los diseños de mezclas experimentales

Todas las variantes hacen un total de 18 diseños de mezcla. Este trabajo de grado se consideró por analizar un concreto base y la mezcla con aditivo; para de esta forma comparar las diferentes características.

También se recurrió a información obtenida a través de Internet, lo cual fue de gran ayuda para el conocimiento de los antecedentes de este trabajo.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Concreto

El concreto es una piedra artificial obtenida cementando en una sola masa una mezcla de materiales inertes, conocido (Arnal, 1984). También se puede definir como un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla en proporciones determinadas, de cemento, arena, piedra y agua. El cemento y el agua forman una pasta que rodea a los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Se pueden lograr innumerables combinaciones al variar las proporciones y las calidades de los ingredientes, estas diferentes combinaciones tendrán como resultado concreto de distintas calidades. Las operaciones de mezclado, transporte, colocación y curado del concreto son determinantes en su calidad final.

2.2.2 Tipos de Concreto

Concreto Fluido: concretos con superfluidificantes que logran reducciones de agua superiores al 20%.

Concreto Plástico: este tipo de concreto junto con el aditivo requiere menos agua, logra reducciones de por lo menos 5% de agua; aumentó su fabricación luego de la aparición de los aditivos plastificantes.

Concreto Autocompactante: este concreto es preparado con aditivos conocidos como hiperfluidificantes; según la necesidad se puede variar la dosificación del producto para obtener reducciones mayores al 30%.

Concreto Seco: concreto con una relación agua-cemento, razonable, ya que por lo general no contiene aditivos.

2.2.3 Componentes del Concreto

El concreto simple está formado por una mezcla fraguada de cemento, agua, agregados gruesos y finos, aire y con frecuencia aditivos. El concreto tiene una muy buena resistencia a la compresión, pero muy baja a la tensión.

2.2.4 Aditivos para el Concreto

Los aditivos para concreto son componentes de naturaleza orgánica e inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados en estado fresco. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido, como emulsiones. (Ver Cuadro 1)

Cuadro 1: Clasificación de los Aditivos

Tipo	Función
A	Reductores de agua.
B	Retardador de fraguado.
C	Aceleradores de fraguado.
D	Reductores de agua y retardadores.
E	Reductores de agua y aceleradores.
F	Reductores de agua de alto rango.
G	Reductores de agua de alto rango y retardadores.
H	Reductores de agua de alto rango y aceleradores.

Fuente: (COVENIN 356 – 1994), (ASTM 494)

Existe otro tipo de clasificación en el que los aditivos se conocen por generación:

Primera Generación: son aquellos que contienen lignosulfonatos, son plastificantes para el concreto y son aún bastante utilizados dentro de la tecnología más simple de aditivos. Se extraen del proceso de producción de celulosa dentro de la industria del papel. Se consigue una reducción de agua de aproximadamente el 10%.

Segunda Generación: son aquellos aditivos que contienen naftalen sulfonatos y melamina sulfonatos, comparados con los lignosulfonatos proporcionan una mayor reducción de agua, de hasta un 25%. La reducción de agua es similar a la de los naftalenos, pero mejoran considerablemente las resistencias a edades tempranas.

Última Generación: son aditivos que contienen policarboxilatos, son capaces de variar enormemente la trabajabilidad del concreto, o bien pueden retrasar o acelerar de forma importante el fraguado, mejorar las resistencias iniciales y/o finales.

Daratard 17 (Tipo A, Primera Generación)

Tipo A: son aquellos aditivos que reducen al menos un 5% la cantidad de agua de mezclado requerida para producir un concreto de una consistencia igual a la mezcla de referencia, incrementando su resistencia.

Daracem 100 (Tipo F y G, Última Generación)

Tipo F: son aquellos aditivos que reducen al menos un 15% de agua de mezclado requerida, para producir un concreto de una consistencia igual a la mezcla de referencia, incrementando su resistencia.

Tipo G: son aquellos aditivos que reducen al menos un 15% de agua de mezclado requerida, para producir un concreto de una consistencia igual a la mezcla de referencia, retardando el fraguado e incrementando su resistencia.

2.2.5 Cono de Abrams

Es un molde construido de un material rígido e inatacable por el concreto, con un espesor mínimo de 1.5 mm. Su forma interior debe ser la de un tronco de cono, de $(200 + 3)$ mm de diámetro de base mayor, $(100 + 3)$ mm de diámetro de base menor y $(300 + 3)$ mm de altura. Las bases deben ser abiertas, paralelas entre sí y perpendiculares al eje del cono. El molde debe estar provisto de asas y aletas. El interior del molde debe ser relativamente suave y sin protuberancias, tales como remaches. (COVENIN 339 – 2003)

2.2.6 Medición del Asentamiento

Es el ensayo que se realiza al concreto en su estado fresco, para medir su consistencia. El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico (Cono de Abrams) de dimensiones normalizadas, en tres capas niveladas con 25 golpes de varilla y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de concreto colocada en su interior.

2.2.7 Cemento

El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamado Clinker y se convierte en cemento cuando se le agrega una pequeña cantidad de yeso para que adquiera la propiedad de fraguar al añadirle agua y endurecerse posteriormente.

2.2.8 Cemento Portland

El cemento portland es un conglomerante hidráulico cuya principal propiedad es la de formar masas pétreas resistentes y duraderas cuando se mezcla con áridos y agua. El endurecimiento de la mezcla ocurre transcurrido un cierto tiempo desde el momento en que se realiza el amasado, lo que permite dar forma a la piedra artificial resultante. Estas tres cualidades (moldeable, resistente, duradero) hacen que los productos derivados del cemento tengan una gran aplicación en la construcción de edificios y obras públicas. (Sanjuán B; Chinchón Y, 2004)

El término cemento Portland se debió a su parecido con la piedra de Portland, que era muy utilizada para la construcción en Inglaterra. El primer cemento Portland moderno, hecho de piedra caliza y arcillas o pizarras, calentadas hasta convertirse en carbonilla (o escorias) y después trituradas, fue producido en Gran Bretaña en 1845. En aquella época el cemento se fabricaba en hornos verticales, esparciendo las materias primas sobre capas de coque a las que se prendía fuego. Los primeros hornos rotatorios surgieron hacia 1880. El cemento Portland se emplea hoy en la mayoría de la

estructuras de concreto. Al generalizarse el uso del concreto reforzado (a fines del siglo pasado), el cemento portland llegó a ser rápidamente uno de los principales productos de construcción. En el último medio siglo, la utilización del cemento portland ha continuado expandiéndose hasta el punto que casi ninguna construcción, grande o pequeña, se ejecuta sin el uso de concreto de cemento portland en alguna parte de la obra. (Ver Cuadro 2)

Cuadro 2: Tipos de Cemento Portland

Tipo	Definición
I	Es el cemento Portland destinado a obras de concreto en general, cuando en las mismas no se especifique la utilización de otro tipo (Edificios, estructuras industriales, conjuntos habitacionales). Libera más calor de hidratación que otros tipos de cemento.
II	De moderada resistencia a los sulfatos, es el cemento Portland destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiera moderado calor de hidratación, cuando así sea especificado. (Puentes, tuberías de concreto).
III	Alta resistencia inicial, como cuando se necesita que la estructura de concreto reciba carga lo antes posible o cuando es necesario desencofrar a los pocos días del vaciado.
IV	Se requiere bajo calor de hidratación en que no deben producirse dilataciones durante el fraguado (Presas).
V	Usado donde se requiera una elevada resistencia a la acción concentrada de los sulfatos (canales, alcantarillas, obras portuarias).
ICO	Cemento Portland tipo adicionado o compuesto, que contiene hasta 30 % de filler calizo u otro material.

IMS	Cemento Portland tipo I adicionado, con moderada protección a los sulfatos (Moderate Sulphate). Se emplea donde sean importantes las precauciones contra el ataque moderado por los sulfatos, tales como en estructuras de drenaje, donde las concentraciones de sulfatos en el agua subterráneo son mayores que lo normal pero no llegan a ser severas.
IHS	Cemento portland tipo I adicionado con alta protección contra los sulfatos (High Sulphate). Se usa en concreto expuesto a la acción severa de los sulfatos principalmente donde el suelo o el agua subterránea tienen altas concentraciones de sulfato. Este cemento se emplea de la misma manera que el Cemento portland tipo V.
GU	El cemento portland tipo I adicionado de uso general tipo GU (General Use). Es adecuado para todas las aplicaciones donde las propiedades especiales de los otros tipos de cemento no sean necesarias. Su uso en concreto incluye pavimentos, pisos, edificios en concreto armado, puentes, tubería, productos de concreto prefabricado y otras aplicaciones donde se usa el cemento portland tipo I.

Fuente: ASTM C150/C150M – 09

2.2.9 Ensayo de Compresión

En ingeniería, el ensayo de compresión es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión. En la mayoría de los casos se realiza con concretos y metales (aceros), aunque puede realizarse sobre cualquier material. Se realiza preparando cilindros normalizados que se someten a compresión en una máquina universal. (Ver Figura 1)



Figura 1: Ensayo de Compresión

Fuente: Aguilera Sebastian, 2018

2.2.10 Análisis Granulométrico

Es la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

2.2.11 Principios Estadísticos

La estadística permite condenser datos, para presentarlos de forma probabilística, haciéndolos más fácil al momento de comprenderlos y compararlos, siendo la herramienta más adecuada y útil disponible para el control de calidad, tanto en la etapa de planificación como en la interpretación de los resultados. Pero la estadística en sí no permite la toma de decisiones, por lo que debe basarse en criterios de otra índole. Estas permiten determinar las probabilidades de que se excedan, o se alcancen, ciertos límites que deben ser fijados por los procedimientos ajenos a ella; por lo que estos se encuentran frecuentemente basados en estimaciones, acuerdo o decisiones, las cuales están condicionadas por la experiencia. Es importante que una vez convenido los límites de calidad, se mantengan invariables en todas las etapas del proceso, y esto permitirá mantener una referencia segura a la cual atenerse. (Porrero, 2014).

2.2.12 Parámetros Estadísticos

Algunos de los parámetros estadístico que se deben manejar para el control de calidad de los concreto son:

2.2.12.1 Promedio

La cual es la tendencia central del valor de los resultados de los ensayos o datos obtenidos; su método de cálculo se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

Donde:

\bar{x} = Promedio estadístico
 X_i = Valores Obtenidos
 n = Número de valores

2.2.12.2 Desviación Estándar S

Estadísticamente es el índice más representativo de la dispersión o variabilidad que presentan los datos. Se puede calcular aplicando los valores obtenidos en la siguiente ecuación, la cual se presenta a continuación.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

Donde:

S = Desviación Standard
 X_i = Valor Definido
 \bar{x} = Media aritmética
 n = Número de datos

2.2.12.3 Rango d

Es denominado así a la magnitud de la diferencia entre el mayor valor y el menor del grupo de datos o ensayos que se están considerando.

$$d = \quad (3)$$

2.2.12.4 Rango Ponderado

Con esto se puede obtener una estimación del límite superior de la desviación estándar, se logra con solo multiplicar por un valor estadístico k_r , que están en función del número de datos o valores. Esta información es sumamente útil cuando se dispone de pocos valores, se considera tan válida como la del cálculo de la desviación estándar mediante fórmula.

$$S = \quad (4)$$

El rango estadístico k_r es el valor de ponderación del rango y el mismo está dado por el número de ensayos permitiendo así determinar la desviación standard, y solo se aplica cuando los números de datos son menores a 10, en la siguiente Tabla 1, se pueden observar los valores para las distintas cantidades de muestras.

Tabla 1: Factor del Rango Ponderado

Número de Ensayos (n)	Factor k_r
2	0,8865
3	0,5907
4	0,4857
5	0,4299
6	0,3946
7	0,3698
8	0,3512
9	0,3367
10	0,3249

Fuente: Porrero, 2014

2.2.13 Parámetro del Universo

Tanto la media X , como la desviación estándar S , se obtienen con los datos disponibles, siendo parámetros muestrales y se denominan estadísticos, aunque en realidad son estimaciones de la media y de la desviación real del material; son valores a los cuales se aproximarán más o que representarán con mayor precisión, por lo que cuantos más datos se tengan, mayor es la precisión. A los parámetros verdaderos se le denominan parámetros del universo o teóricos, ya que en realidad el concepto de los mismos es teórico. Su simbología es μ para la media universal y σ para la desviación estándar universal.

2.2.14 Distribución Normal

Según Porrero (2012) indica lo siguiente:

“Cuando los valores que representan un fenómeno mensurable se colocan en un gráfico caracterizado como el de la figura 5 que tiene en las abscisas las magnitudes (expresadas por intervalos) y en las ordenadas las frecuencias con las que ocurren o suceden esos intervalos de magnitudes, se aprecia que los valores extremos, los muy altos y los muy bajos, son relativamente escasos; por el contrario, las magnitudes cercanas a la media son abundantes. Para muchos fenómenos la distribución toma una forma acampanada como la de la citada figura. Así sucede con los resultados de los ensayos de resistencia del concreto y con otras propiedades de éste y de otros materiales” (p.329).

La expresión de resultados viene dada por una serie de ensayos, los cuales, al momento de graficarlos en un cuadro cartesiano se podrán observar dichos datos dispersos sobre el mismo, en donde el mayor número de resultados se tendrá en la media, y por otro lado los que mayor dispersión tiene, es decir, los más altos y más bajos estarán en los extremos, cumpliendo así con la teoría estadística de la campana de Gauss; en la figura 5 se podrá ver un ejemplo del comportamiento de dicho sistema estadístico.

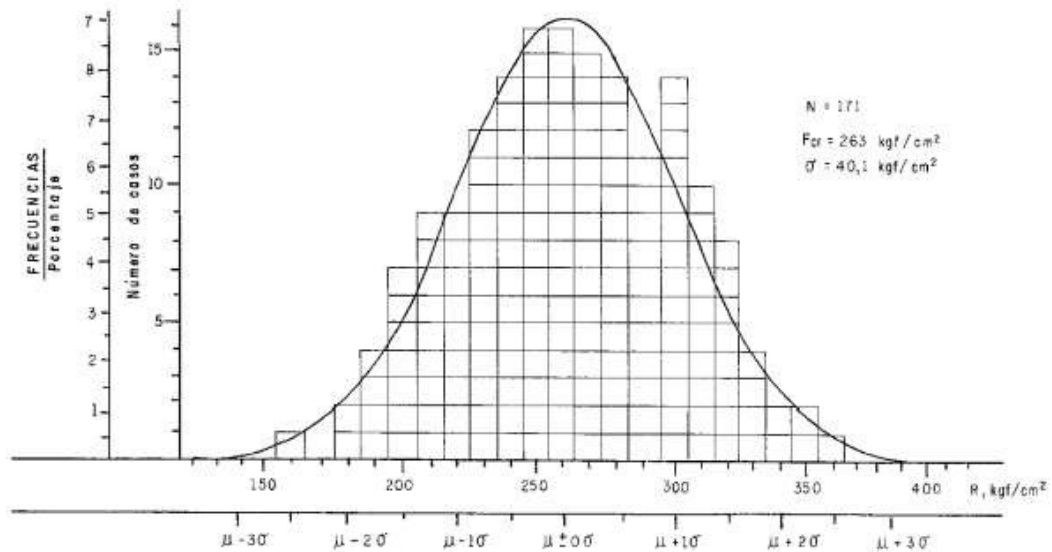


Figura 2: Ejemplo de distribución estadística de la resistencia del concreto

Fuente: Porrero, 2014

Por similitud de ciertos fenómenos naturales y principalmente por la facilidades de manejo y cálculo que proporciona, en estadística se suele tomar como modelo de distribución la que se denomina distribución normal, cuya representación aparece plasmada en la figura 6, y no es más que la campana de Gauss, pero es importante tomar en cuenta que muchas propiedades de los materiales, y en particular la resistencia a la compresión del concreto o mortero, no son distribuidas estrictamente según la curva normal; sin embargo, las diferencias son relativamente pequeñas y quedan ampliamente compensadas por las ventajas de emplear la distribución normal indicada.

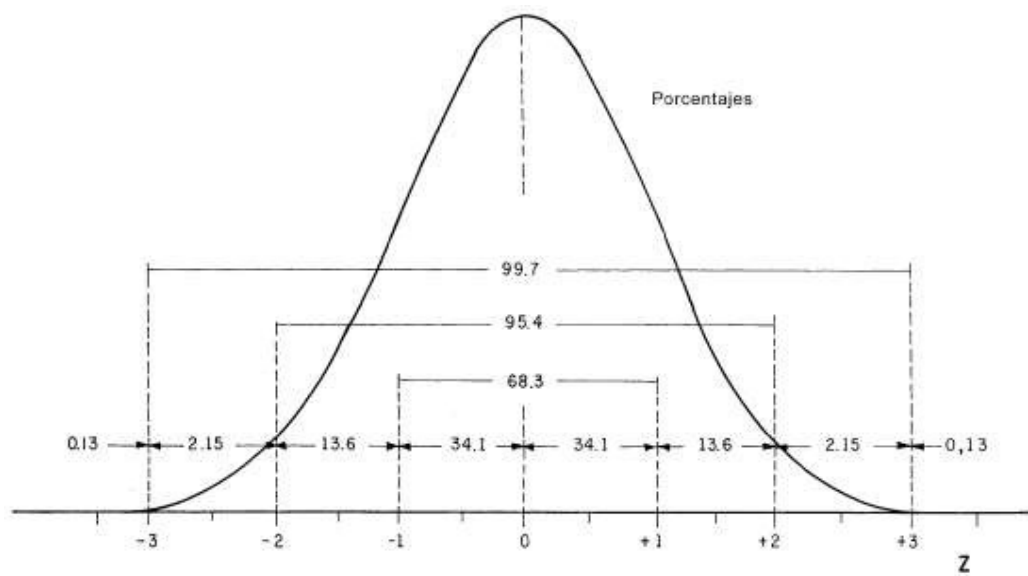


Figura 3: Área bajo la curva normal entre algunos puntos singulares

Fuente: Porrero, 2014

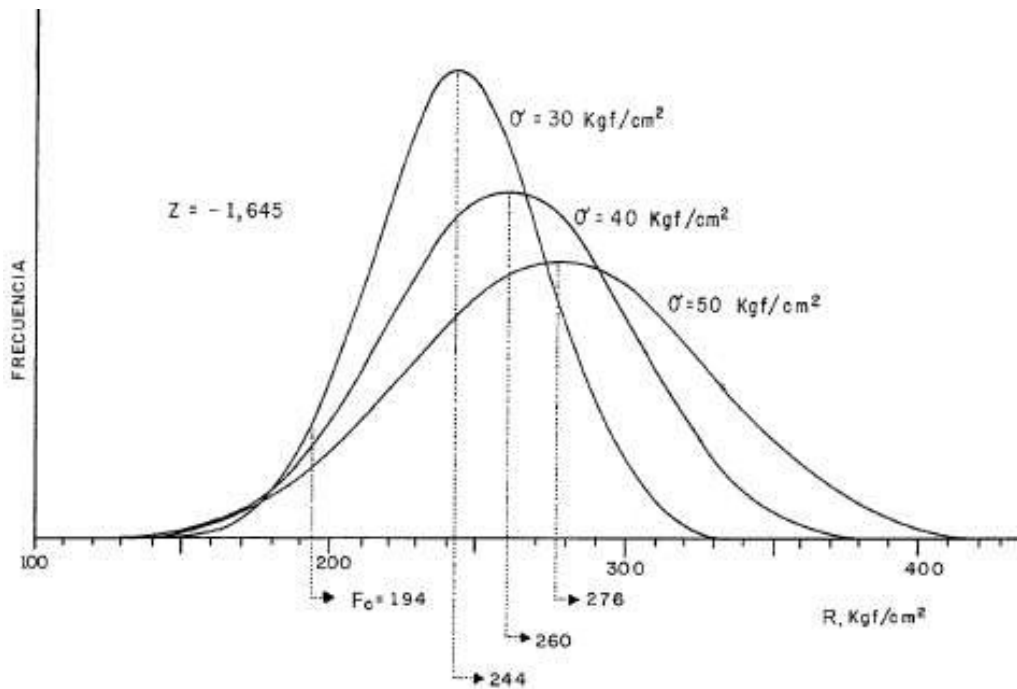


Figura 4: Distribución normal para tres concretos con igual resistencia especificada y distintos valores de desviación estándar.

Fuente: Porrero, 2014

El área bajo la curva normal representa la frecuencia o probabilidad de ocurrencia del fenómeno. Por tanto, como todos los datos posibles se encuentran bajo la curva, por lo tanto, el área total bajo la curva es igual uno, lo que representa una probabilidad del 100%. El área bajo la curva entre dos valores de la variable, representa la probabilidad de que se presenten resultados entre dichos valores. En general, cualquier valor de X_i de los señalados en la abscisa de la figura 5 se puede expresar con la siguiente ecuación. (Porrero, 2012)

$$(5)$$

Donde:

X_i = Valor cualquiera de resultado (Kg/cm²)

= Valor medio (Kg/cm²)

= Desviación Estándar (Kg/cm²)

Z = Índice tipificado de la probabilidad.

En la tabla 2, se indica los valores de Z y el área bajo la curva de la distribución normalizada, los datos que no estén en dicha tabla se podrán calcular por método de interpolación y el área o probabilidades en tanto por

Tabla 2: Valores de Z y el área bajo la curva de la distribución normalizada

Área	Z	Área	Z	Área	Z	Área	Z
0,0006	-3,25	0,1469	-1,05	0,8749	+1,15	0,00001	-4,265
0,0007	-3,20	0,1537	-1,00	0,8849	+1,20	0,0001	-3,719
0,0009	-3,15	0,1711	-0,95	0,8944	+1,25	0,001	-3,090
0,0010	-3,10	0,1841	-0,90	0,9032	+1,30	0,005	-2,576
0,0011	-3,05	0,1977	-0,85	0,9115	+1,35	0,01	-2,326
0,0013	-3,00	0,2119	-0,80	0,9192	+1,40	0,02	-2,054
0,0016	-2,95	0,2266	-0,75	0,9265	+1,45	0,025	-1,960
0,0019	-2,90	0,2420	-0,70	0,9332	+1,50	0,03	-1,881
0,0022	-2,85	0,2578	-0,65	0,9394	+1,55	0,04	-1,751
0,0026	-2,80	0,2743	-0,60	0,9452	+1,60	0,05	-1,645
0,0030	-2,75	0,2912	-0,55	0,9505	+1,65	0,06	-1,555

0,0047	-2,60	0,3446	-0,40	0,9641	+1,80	0,09	-1,341
0,0054	-2,55	0,3632	-0,35	0,9678	+1,85	0,10	-1,282
0,0062	-2,50	0,3821	-0,30	0,9713	+1,90	0,15	-1,036
0,0071	-2,45	0,4013	-0,25	0,9744	+1,95	0,20	-0,842
0,0082	-2,40	0,4207	-0,20	0,9772	+2,00	0,25	-0,674
0,0094	-2,35	0,4404	-0,15	0,9798	+2,05	0,30	-0,524
0,0107	-2,30	0,4602	-0,10	0,9821	+2,10	0,35	-0,385
0,0122	-2,25	0,4801	-0,05	0,9842	+2,15	0,40	-0,253
0,0139	-2,20	0,5000	0,00	0,9861	+2,20	0,45	-0,126
0,0158	-2,15	0,5199	+0,05	0,9878	+2,25	0,50	0
0,0179	-2,10	0,5398	+0,10	0,9893	+2,30	0,55	+0,126
0,0202	-2,05	0,5596	+0,15	0,9906	+2,35	0,60	+0,253
0,0228	-2,00	0,5793	+0,20	0,9918	+2,40	0,65	+0,385
0,0256	-1,95	0,5987	+0,25	0,9929	+2,45	0,70	+0,524
0,0287	-1,90	0,6179	+0,30	0,9938	+2,50	0,75	+0,674
0,0322	-1,85	0,6368	+0,35	0,9946	+2,55	0,80	+0,842
0,0359	-1,80	0,6554	+0,40	0,9953	+2,60	0,85	+1,036
0,0401	-1,75	0,6736	+0,45	0,9960	+2,65	0,90	+1,282
0,0446	-1,70	0,6915	+0,50	0,9965	+2,70	0,91	+1,341
0,0495	-1,65	0,7088	+0,55	0,9970	+2,75	0,92	+1,405
0,0548	-1,60	0,7257	+0,60	0,9974	+2,80	0,93	+1,479
0,0606	-1,55	0,7422	+0,65	0,9978	+2,85	0,94	+1,555
0,0669	-1,50	0,7580	+0,70	0,9981	+2,90	0,95	+1,645
0,0736	-1,45	0,7734	+0,75	0,9984	+2,95	0,96	+1,751
0,0808	-1,40	0,7881	+0,80	0,9987	+3,00	0,97	+1,881
0,0885	-1,35	0,8023	+0,85	0,9989	+3,05	0,975	+1,960
0,0908	-1,30	0,8159	+0,90	0,9990	+3,10	0,98	+2,054
0,1058	-1,25	0,8289	+0,95	0,9992	+3,15	0,99	+2,326
0,1151	-1,20	0,8413	+1,00	0,9993	+3,20	0,995	+2,576
0,1251	-1,15	0,8531	+1,05	0,9994	+3,25	0,999	+3,090
0,1357	-1,10	0,8643	+1,10			0,9999	+3,719
						0,99999	+4,265

Fuente: Porrero, 2014

2.2.15 Resistencia Especificada en el Proyecto Estructural

Para el cálculo estructural se toma como resistencia de referencia del concreto la correspondiente a los ensayos de compresión que se hacen en probetas normalizadas del material. Pero los resultados de esos ensayos no son iguales entre sí, si existen variaciones porque la resistencia de un material no es un parámetro determinístico sino probabilístico; al respecto deben hacerse las siguientes consideraciones:

- a) La resistencia media no resulta adecuada como valor de referencia, ya que es independiente de la dispersión o variabilidad de los datos, dejando así fuera de control ese parámetro.
- b) Por seguridad de la estructura pareciera conveniente que ninguna parte del concreto que se coloca tuviera resistencia menor que un determinado valor F'_c escogido para el diseño. Sin embargo, los principios estadísticos señalan que no es posible establecer como resistencia para el ensayo normativo un valor mínimo.
- c) En la práctica se emplea como resistencia de referencia o resistencia de cálculo especificada en el proyecto estructural, F'_c , un valor debajo del cual se acepta que quede una determinada fracción del concreto que se denomina 'fracción defectuosa', o cuantil (véase Figura 4).

2.2.16 Implicación del control en la Seguridad

La resistencia de proyecto F'_c , es establecida basándose en los requerimientos estructurales y, obviamente, en las posibilidades técnicas de fabricar el concreto solicitado. La fracción defectuosa está intrínsecamente establecida en las normas de cálculo, un ejemplo de ello es que para el cálculo de estructuras especiales (reactores nucleares, represas de concreto, etc.) dichas normas suelen considerar cuantiles más reducidos o una mayoración de las acciones.

Una vez fijado los valores de $F'c$ y fracción defectuosa o probabilidad de no excedencia, debe mantenerse tanto en el diseño de mezcla como en el diseño estructural y la comprobación de los valores debe cumplir el seleccionado.

De no cumplirse los requisitos de resistencia especificada en el proyecto o la fracción defectuosa resulte ser mayor, el concreto tendrá una calidad inferior a la prevista y por tanto se estará afectando la seguridad de la obra, y si, por el contrario, el concreto cumple ambos requisitos, la posibilidad de que elabore un volumen sustancial de concreto con resistencia baja que pueda amenazar la seguridad de la estructura, resulta altamente improbable. En la práctica, pueden aparecer valores de resistencia anormalmente bajo, debido, entre otros a errores accidentales u ocasionales, por lo que se deben tratar de manera especial y en caso de comprobarse la anomalía, no deben formar parte de la población de datos que representan al concreto producido. (Porrero, 2012)

2.2.17 Mayoración de Resistencias

Para poder satisfacer la resistencia de cálculo $F'c$ exigida, la resistencia media del concreto a ser vaciado $F'cr$ debe ser mayor que aquella, ya que la fracción defectuosa permitida es relativamente pequeña. El aumento necesario para pasar de la resistencia $F'c$ al valor medio requerido $F'cr$, va a depender del valor de la fracción defectuosa normativa y del grado de dispersión de los resultados. Se obtendrá a través de la siguiente formula:

$$F'c = F'cr + z \quad (6)$$

Despejando la resistencia media requerida, se obtiene:

$$F'cr = F'c - z \quad (7)$$

- z ;

z tendrá un valor negativo para que la probabilidad de excedencia sea suficientemente alta (mayor que 50%). En la Norma COVENIN 1753, el valor adoptado para z es igual a - 1,34, lo cual implica una probabilidad de no excedencia de $F'c$ igual al 9%; es decir, de 100 ensayos, en término medio, 91 darán resistencias mayores que $F'c$.

La resistencia media $F'cr$ que debe ser alcanzada con los materiales y la tecnología disponible, es un problema de diseño de mezclas. Una vez lograda y mantenida, ella garantiza que se están cumpliendo los requisitos de resistencia $F'cr$ y de fracción defectuosa y, por tanto, se asegura la resistencia $F'c$ supuesta en el proyecto estructural, siempre que la dispersión se mantenga por debajo de lo establecido.

Desviación Estándar Conocida

2.2.18.1 Al menos 30 Ensayos

Si se dispone de suficientes antecedentes de un concreto análogo al que se va a comenzar a utilizar, el valor de ese conjunto de datos puede ser empleado para el cálculo de $F'cr$, siempre y cuando se tenga previsto emplear: El mismo control de los materiales componentes, el mismo equipo y las mismas condiciones de trabajo. Se presupone que los datos del concreto anterior provienen de más de 30 ensayos, o de dos grupos de ensayos consecutivos que totalizan por lo menos 30 ensayos, y que el valor de $F'c$ de ese concreto, no es muy diferente del $F'c$ del nuevo concreto; en las Normas vigentes esa diferencia no debe ser superior a 70 kg/cm^2 .

La desviación estándar podrá determinarse cuando la planta de producción del concreto tenga un registro aceptable de ensayos. De acuerdo con la Norma COVENIN 1753, el registro de ensayos se considerará aceptable cuando se cumpla con las tres condiciones siguientes:

- a) Representar los materiales, los procedimientos de control de calidad y condiciones similares a las que se esperan en obra, con cambios en los materiales y las dosificaciones en los registros de ensayo, tan amplios como aquellos que se esperan en la obra a construir.
- b) Representar un concreto cuya resistencia $F'c$ esté dentro del límite de ± 70 kgf/cm² de la que se especifique para la obra a ejecutar.
- c) Representar por lo menos 30 ensayos consecutivos o dos grupos de ensayos consecutivos, que totalicen por lo menos 30 ensayos.

2.2.18.2 Menos de 30 Ensayos

Cuando sólo se dispone de un registro con 15 a 29 ensayos, que corresponda a un período no menor de 45 días y se satisfaga de la citada Norma COVENIN 1753 se autoriza la determinación de S multiplicando la desviación estándar del registro de 15 a 29 ensayos consecutivos, por los factores de modificación que se reproducen en la tabla 3.

Tabla 3: Factores de modificación para la desviación estándar cuando se dispone de menos de 30 ensayos consecutivos

N mero de Ensayos	Factor de Modificacion
<15	Usar la tabla 4
15	1.16
20	1.08
25	1.03
	1.00

Fuente: Porrero, 2014

Tabla 4: Resistencia promedio a la compresión requerida, F'_{cr} , cuando no se dispone de datos para establecer la desviación estándar

Resistencia Especificada a la Compresión F'_c (kg/cm^2)	Resistencia Requerida a la Compresión		
	Control de Calidad Excelente	Control de Calidad Intermedio	Sin Control de Calidad
Menor de 210	$F'_c + 45$	$F'_c + 80$	$F'_c + 130$
De 210 a 350	$F'_c + 60$	$F'_c + 95$	$F'_c + 170$
Más de 350	$F'_c + 75$	$F'_c + 110$	$F'_c + 210$

Fuente: Porrero, 2014

2.2.19 Desviación Estándar Cuando no hay suficientes Antecedentes

El único parámetro que puede resultar impreciso en la fórmula (6) es σ . Cuando no se cuenta con resultados de ensayos hechos en mezclas preparadas con los mismos materiales, equipo y tecnología a usar, o cuando el número de ensayos es insuficiente, el valor σ que cuantifica la dispersión resulta mal conocido o desconocido. En ese caso es preciso acudir a los antecedentes que ofrece la tecnología general del concreto, respecto a la variabilidad normal esperada de las mezclas.

La Tabla 5 ofrece estimaciones del valor σ , según el grado de control de cada caso. Por razones de seguridad, y muy particularmente en los procesos de iniciación de una obra, a los efectos del diseño de la mezcla resulta aconsejable aumentar en un 30% los valores de dicha tabla, al llevarlos a la fórmula (6). La Tabla 5 sólo debe ser entendida como una herramienta para ayudar a establecer las condiciones en que, con seguridad, se podrá cumplir con las exigencias de la resistencia de cálculo y de los niveles de aceptación.

Una vez adelantado el proceso de elaboración y de ensayo de las mezclas, el valor de σ se podrá ir ajustando a la realidad. Se debe advertir que las pruebas de laboratorio se hacen con la finalidad de precisar la resistencia media que será posible obtener con unos determinados materiales componentes y su dosificación, pero no miden el grado de dispersión que podrá alcanzar el concreto en la obra, el cual depende de circunstancias ajenas a estos ensayos.

A medida que se van obteniendo resultados de los ensayos hechos al concreto que se produce y se coloca, se podrá ir precisando el valor de σ o de S correspondiente al material. Llegará un momento cuando la desviación estándar, calculada de esos ensayos, será más representativa de la dispersión que el valor σ anotado en la siguiente tabla.

Tabla 5: Valores de la desviación estándar que son de esperar en el concreto, según el grado de control

Descripción del Grado de Control	²⁾
Sin ningún control (Inaceptable en estructuras de edificaciones)	70
Control visual de los agregados y rechazos de aquellos que aparentan muy mala calidad o que son muy diferentes de los que se están usando. Control visual de las mezclas por la trabajabilidad aparente (Control Pobre)	50

<p>Como en el anterior, pero se conocen las granulometrías de los agregados que se están usando por ensayos que se hicieron una vez; se es riguroso en el rechazo de agregados y se comprueban de vez en cuando los asentamientos de las mezclas con el Cono de Abrams (Control Intermedio)</p>	40
<p>A cada lote de agregados se le determina algún índice granulométrico y de calidad; solo se aceptan los que estén dentro de ciertos límites pre-establecidos. Se controla la humedad de los agregados. Se tiene en cuenta la marca y lote de cemento. La dosificación es exclusivamente</p>	32
<p>por peso; los sistemas de pesaje son automáticos y son calibrados ocasionalmente. El asentamiento con el Cono se mide sistemáticamente y se rechazan las mezclas que no estén dentro de ciertos límites. No se permite la adición de agua posterior al mezclado, ni el espesamiento de las mezclas por tiempo de espera (Control Bueno)</p>	
<p>Igual que el anterior, pero con márgenes de aceptación muy estrictos. Uso de al menos tres agregados de granulometrías complementarias. Limitación de la humedad de los agregados en el momento de su uso y, además, correcciones por humedad, lote, y marca de cemento y aditivo, efectuadas mediante ajustes en el diseño. Revisión y calibración de los equipos de forma periódica y sistemática. (Control Excelente)</p>	25

Fuente: Porrero, 2014

2.2.20 Tipos de dispersiones

2.2.20.1 Variación dentro del Ensayo

En este artículo Porrero (2012) lo define de la siguiente forma:

“Si de una mezcla de concreto se elabora un número suficiente de pruebas, con sus resultados se podrá cuantificar la dispersión propia del ensayo para esa mezcla. Si se hace otra mezcla del mismo concreto y de ellas también se realizan suficientes pruebas, se obtendrán nuevas estimaciones de la dispersión con la cual se está trabajando. Llamamos Se_1 , Se_2 ... Se_i ... Se_n a las respectivas desviaciones estándar, el promedio de ellas constituye una mejor estimación de las desviaciones de ese ensayo, y para ese concreto, la cual se designa Se ”

De igual forma el autor indica que para poder ser confiable dicho promedio, se debe tener al menos 30 resultados de las probetas, provenientes de al menos 10 ensayos de mezcla diferente. Por otro lado, los ensayos mal hechos, pueden arrojar valores erróneos, por lo que solo servirán de orientación, pudiéndose dar el caso de disminuir la magnitud y por ende mejorar las técnicas y el personal de ensayo.

En la tabla 6 se anotan valores usuales de Se , según las distintas condiciones de control que se hagan en los ensayos. Estos valores sirven de orientación.

Tabla 6: Desviación estándar de los ensayos, Se

Lugar de Ensayo	Control Pobre	Control Intermedio	Control Excelente
Obra		9 - 12	
Laboratorio		7 - 9	

Fuente: Porrero, 2014

2.2.20.2 Variación entre mezclas de un mismo concreto

Si los ensayos que se realizan a cada mezcla, son representados por un valor medio y luego se calcula la desviación estándar entre las medias de las sucesivas mezclas correspondientes a un mismo concreto, obtenemos la dispersión entre mezclas, de igual forma es la dispersión con la cual se está fabricando el material (), por lo que este es el valor que se debe emplear para la mayoración de la resistencia. La desviación estándar calculada a través de este procedimiento se ve afectado por la variabilidad del ensayo (Se); si esta última es mucho menor que la primera, como debe ser, la influencia no es sustancial, y menor porque sus valores se suman en forma cuadrática como lo indica la ecuación, donde S_e representa la variabilidad del material.

(8)

Donde:

S_c = Desviación estándar del concreto, excluyendo los ensayos

S_e = Desviación estándar de los ensayos

2.3 Definición de Términos Básicos

Absorción: es el incremento de la masa del agregado debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca.

Agregado: material inerte, natural o artificial que se presenta en formas y tamaño variado, cuya función es actuar como esqueleto estructural en morteros y concretos. Estos abarcan del 60 y 80% del volumen del concreto.

Agregado Fino: se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas.

Agregado Grueso: es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

Asentamiento: medida de la consistencia del concreto fresco, en cm o en pulgadas; que se mide como la diferencia de altura entre el molde y el centro de la cara superior del cono deformado de concreto, al realizar el ensayo por medio del cono de Abrams.

Cilindros: son un muestreo que se utiliza para realizar ensayos mecánicos del concreto endurecido. (Ver Figura 2)



Figura 5: Cilindros

Fuente: FRAMEX, 2018.

Cohesividad: acción y efecto de atraerse o adherirse dos moléculas. Es una de las propiedades principales del concreto.

Concreto Base o Patrón: mezcla de concreto sin aditivo.

Curado: tratamiento del concreto para evitar la pérdida de agua que necesita el cemento para su hidratación.

Daracem 100: es un superfluidificante, también llamado superplastificante o reductor de agua de alto rango; es el primero especialmente formulado para una vida prolongada del asentamiento.

Densidad aparente (SSS): es la relación entre la masa en el aire de un volumen dado de agregado, incluyendo la masa del agua dentro de los poros saturables, después de la inmersión en agua durante (24 ± 4) h, pero sin incluir los vacíos entre la

partículas, comparado con la masa de un volumen igual de agua destilada libre de gas a una temperatura establecida.

Dosificación: proporción de los distintos elementos que constituyen la muestra en peso o volumen.

Durabilidad: es la habilidad para resistir la acción del intemperismo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro del concreto.

Encofrado: es un molde de madera o acero donde se vacía el concreto que tiene por objetivo contener la armadura y el concreto durante el proceso de fraguado.

Deberán impedir la transmisión de esfuerzos a la masa de concreto hasta el momento de removerlas. (Ver Figura 3)



Figura 6: Encofrado

Fuente: Aguilera Sebastian, 2018

Fraguado: es el proceso de endurecimiento del cemento, mortero o concreto, a través de complejas reacciones.

Granulometría: la granulometría es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

Mezcla: cantidad de concreto que se prepara en una sola operación o terceo. (Ver Figura 4)



Figura 7: Mezcla de concreto.

Fuente: FRAMEX, C.A, 2018.

Módulo de Finura: valor que se obtiene sumando los porcentajes de los acumulados sobre los cedazos de la serie normativa y dividiendo la suma entre cien.

Penetrómetro: es un instrumento que está diseñado para determinar el tiempo de fraguado de concreto fresco para uso en el campo y laboratorio.

Peso Específico: relación entre el peso de una sustancia y su volumen.

Relación Agua/Cemento: es el cociente entre el peso del contenido de agua libre de mezclado y el cemento en una mezcla dada.

es el coeficiente en peso entre la arena y el agregado total.

Resistencia: es el estudio de las propiedades de los cuerpos sólidos que les permite resistir la acción de las fuerzas externas, el estudio de las fuerzas internas en los cuerpos y de las deformaciones ocasionadas por las fuerzas externas. (ARQHYS, 2012)

Terceo: volumen de $1/25$ m³ de concreto mezclado en el trompo para la obtención del volumen necesario para la población de cilindros.

Trabajabilidad: es la mayor o menor facilidad que presenta un concreto o mortero para ser mezclado, transportado y colocado, apropiadamente sin que se produzca segregación.

Trompo: son máquinas equipadas con motores eléctricos o de gasolina, diseñadas para mezclar ciertas cantidades de concreto.

Daratard 17: es un aditivo de altas prestaciones, formulado a base de compuestos orgánicos polihidroxilados de alto grado de pureza. No contiene cloruros, está principalmente indicado para retardar de manera controlada el fraguado del hormigón. A las dosificaciones usuales del 2-3 ‰ sobre peso de cemento, el tiempo de inicio de fraguado de un hormigón preparado con cemento Portland viene retardado de 1 a 4 horas a 20

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

Este proyecto es considerado un proyecto factible debido a que su objetivo principal es solventar las necesidades de una población determinada a través de propuestas analizadas con el fin de que sea posible en todo su desarrollo. Según Balestrini (2002), los proyectos factibles son aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer.

3.2 Nivel de Investigación

En la realización del presente trabajo de grado, se plantea la investigación del mismo en forma descriptiva, la cual consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. (Arias, 2012). Por lo antes citado, el presente trabajo se basa en hacer un estudio comparativo entre un concreto con aditivo plastificante (DARATARD® 17) y uno superplastificante (Daracem 100), de GRACE de Venezuela.

3.3 Diseño de la Investigación

La investigación según su diseño se trabajó como tipo campo-experimental. Arias (1999) define estos diseños de la siguiente manera:

Investigación de Campo: consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna.

Investigación Experimental: proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones o estímulos (variable independiente), para observar los efectos que se producen (variable dependiente).

3.4 Población y Muestra

Población

Una población es aquella que está determinada por sus características definitorias. Por lo tanto, el conjunto de elementos que esta posea se le denominará población y universo. Población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de totalidad del área que se va a investigar poseen una característica común. Según el criterio de Arias (2012), la población, “Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación” (p. 81)

Muestra

La muestra, según Hernández, Fernández y Baptista (1994), se concibe como: “Un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población” (p.212). Es por esto que se entiende como una agrupación de unidades de una porción total del universo. En otro sentido más específico, no es más que una parte del todo al que se le llama población y que esta porción antes mencionada sirve para ser representada como parte de la investigación.

Con lo citado anteriormente, por el carácter de este trabajo se establecerá una población 120 cilindros de concreto a estudiar; y una muestra de 60 cilindros, divididos en grupos de 6, en los cuales se toman por cada tipo de aditivo 10 cilindros, que se estudiaran a los 7 y 28.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Arias (1999), define las técnicas como: “Las distintas formas o maneras de obtener la información”, mientras que los instrumentos son: “Los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información”

Los datos serán obtenidos por observación directa de los ensayos de los cilindros de concreto en el laboratorio y los mismos serán organizados en tablas donde estarán representados tanto la carga de ruptura como la resistencia a compresión de cada cilindro.

Instrumentos

Balanza
Bolígrafo
Carretilla
Cilindros graduados de 500 ml y 1000 ml
Computadora (Laptop)
Cono de Abrams
Encofrados metálicos
Máquina Universal de Esfuerzo
Papel
Romana
Software para registro de ensayos
Tamizador
Trompo mezclador

3.6 Fases de la Investigación

Para lograr llevar a cabo la investigación, será necesario el planteamiento de un esquema metodológico que permitirá mantener un orden cronológico con el fin de cumplir los objetivos de este trabajo de grado.

Fase I. Comparar la trabajabilidad del concreto con cada aditivo.

En esta primera fase se buscará comparar la trabajabilidad entre los diferentes tipos de mezclas, que estarán divididas en 7 tipos, 3 con el aditivo Daratard 17 en dosis mínima, 3 con el Daracem 100 en la misma dosis, y un concreto base sin aditivos.

Para ser realizadas dichas mezclas es necesario pesar los materiales a utilizar según el diseño de mezcla obtenido para así proceder en la elaboración de un concreto trabajable con un asentamiento de 5", el cual se podrá verificar a través del ensayo de asentamiento con el uso del Cono de Abrams; las propiedades relacionadas con la trabajabilidad incluyen consistencia, segregación, movilidad, bombeabilidad, exudación y facilidad de acabado. La consistencia es considerada una buena indicación de trabajabilidad.

Fase II. Analizar la incidencia en los costos del concreto de acuerdo a su uso.

De acuerdo a los resultados que se puedan obtener en esta fase, se analizarán los costos de cada concreto en función a las dosis utilizadas y las resistencias obtenidas, estos costos serán analizados al momento del ensayo con los precios de cada aditivo, los cuales serán proporcionados por la empresa FRAMEX, C.A.

Fase III. Verificar la ganancia de resistencia con la adición de los aditivos.

Esta última fase consiste en la verificación a través de los ensayos de compresión a los que serán sometidos cada cilindro de diferentes edades y tipo de mezclas, con el uso de la prensa se obtendrá el valor de la carga de ruptura, lo cual permitirá calcular la resistencia de los cilindros a ensayar

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Diseño de Mezclas

El diseño de mezcla utilizado para esta tesis, se calculó utilizando la norma ACI 211.1

Se diseñó un veinteavo de m³ de concreto, según las proporciones usadas por la compañía Framex, se usó la dosificación media de aditivos para cada una de las mezclas; usando los mismos pesos de agregados, se diseñaron tres tipos de muestras que se llamaron de la siguiente manera:

CAP: muestra sin aditivos

CAD17: muestra con aditivo Daratard 17

CAD100: muestra con aditivo Daracem 100

Tabla 7: Proporciones para 1 m³ de concreto.

Material	Procedencia	Cantidad	Unidad	Proporciones usadas
Cemento	FCN/Cemex/Me	360	Kg/m ³	18
Arena	Taoro	974	Kg/m ³	48,7
Piedra N°	Acarigua	870	Kg/m ³	43,5
Agua	Potable	190	L/m ³	9,5
Aditivo	Daracem 100	2,50	L/m ³	75
Aditivo	Daratard 17	1,25	L/m ³	126

Fuente: Framex. C.A.

Tabla 8: Proporciones para producir un veinteavo m³ de mezcla.

Material	Procedencia	Cantidad por muestra	Unidad
Cemento	FCN/Cemex/Me	18	Kg
Arena	Taoro	48,7	Kg
Piedra N°	Acarigua	43,5	Kg
Agua	Potable	9,5	L
Aditivo	Daracem 100	75	Gr
Aditivo	Daratard 17	126	Gr

Fuente: Sebastian Aguilera.

Asentamiento de 5" = 12,70cm

Tamaño máximo del agregado, piedra picada #1

Estimación del agua (kg/m³) de mezclado y contenido de aire (%)

Tabla 9: Estimación de agua y contenido de aire.

Agua, kg/m ³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregado indicados								
Asentamiento	1,0cm	1,25cm	2,0cm	2,5cm	4,0cm	5,0cm	7,0cm	1,50cm
8cm – 10 cm	225	215	200	195	175	170	160	140
15cm – 18cm	240	230	210	205	185	180	170	-
%Aproximado de aire atrapado	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

Fuente: ACI 211.1

- Agua: 190 L/m³
- Volumen de aire: 1,5%
- Relación agua/cemento
- Resistencia promedio (F'_{cr}) = $1,20 \cdot f'_c$
 $F'_{cr} = 1,20 \cdot 250 = 300 \text{kg/cm}^2$
- $a/c = 0,53$
- Cálculo del contenido de cemento

Contenido de cemento = $\frac{300}{0,53} = 566 = 360 \text{ kg}$.

Estimación del agregado Grueso

Tabla 10: Estimación del agregado grueso

Tamaño máximo del agregado		Volumen de agregado por m ³ de concreto, para diferentes módulos de finura de arena					M.F.
mm.	plug.	2,40	2,60	2,80	3,00	3,50	
10	3/8	0,50	0,48	0,46	0,44	0,39	
12,5	1/2	0,59	0,57	0,55	0,53	0,48	
20	3/4	0,66	0,64	0,62	0,60	0,55	
25	1	0,71	0,69	0,67	0,65	0,60	
40	1 ^{1/2}	0,76	0,74	0,72	0,70	0,65	
50	2	0,78	0,76	0,74	0,72	0,67	
70	3	0,81	0,79	0,77	0,75	0,70	
150	6	0,87	0,85	0,83	0,81	0,76	

Fuente: ACI 211.1

o M.F. = 3,14 (Anexo 1)

o Peso Unitario Compacto (Piedra Picada) = 1647 kg/m³

o Peso Agregado Grueso = 870 kg/m³

Estimación del contenido de agregado fino

Tabla 11: Estimación del agregado fino

Tamaño máximo del agregado		Peso del concreto kg/m ³	
mm.	Pulg.	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
10	3/8	2285	2190
12,50	1/2	2315	2235
20	3/4	2355	2280
25	1	2375	2315
40	1 1/2	2420	2355
50	2	2445	2375
70	3	2465	2400
150	6	2505	2435

Fuente: ACI 211.1

Peso del Concreto = 2394 kg/m³

Agua = 190 lt/m³

Cemento = 360 kg/m³

Agregado Grueso = 870 kg/m³

Agregado Fino = 974 kg/m³

a/c = 0,53

— = 0.53

4.2 Reducción de Agua

Tabla 29: Reducción de Agua

Aditivo	Dosis media	Porcentaje de reducción de agua (%)
Daratard 17	2,50 lt/m ³ (0.71%)	10
Daracem 100	1,25 lt/m ³ (0.35%)	15

Fuente: Sebastian Aguilera.

4.3 Relación Agua/Cemento.

Tabla 30: Relación agua/cemento.

	Agua (Lts)	Cemento (kg)	a/c
Concreto sin Aditivo	190	360	0,53
Daratard 17	171	360	0,48
Daracem 100	161,5	360	0,45

Fuente: Sebastian Aguilera

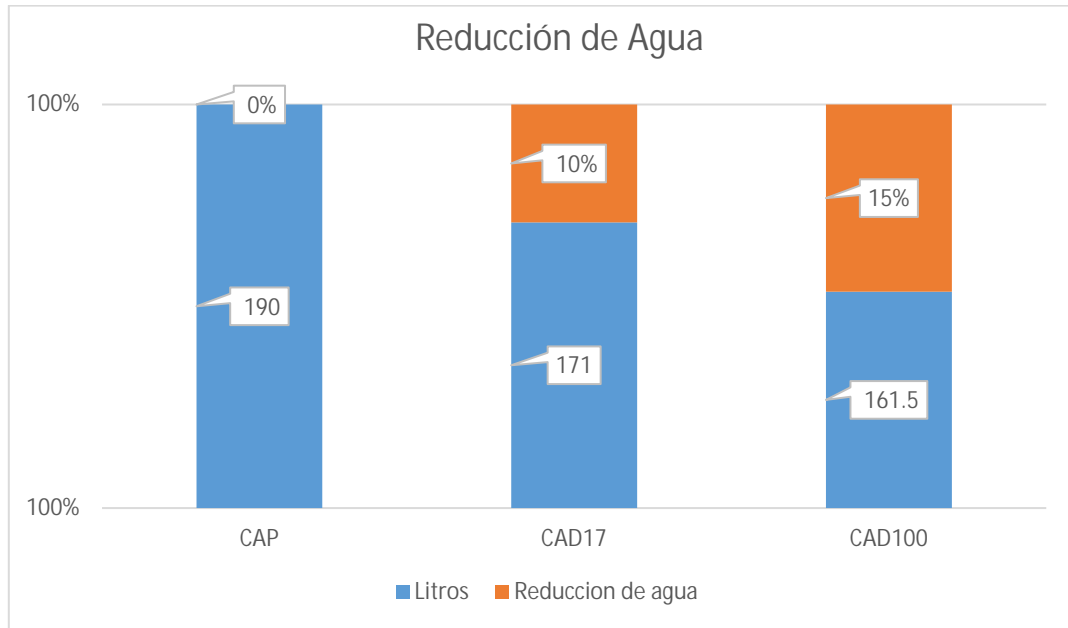


Figura 8: Porcentaje de reducción de agua por muestra.

Fuente: Sebastian Aguilera

En la presente grafica se hace referencia a los porcentajes de reducción de agua para las distintas muestras, Concreto sin aditivo (CAP), Concreto con Aditivo Daratard 17 (CAD17), Concreto con Aditivo Daracem 100 (CAD100).

4.4, Incidencia de los aditivos en el costo del concreto.

Tabla 12: Costos de materias primas para el concreto sin aditivo (CAP)

Materiales	Cantidad	Unidad	Costos (Bs)
Cemento	360	Kg/m ³	3060
Arena	974	Kg/m ³	4000
Agua	190	Lt/ m ³	100
Piedra	870	Kg/m ³	6000
		Costo total	13160

Fuente: Framex.

Tabla 13: Costos de materias primas para el concreto con Aditivo Daratad 17
(CAD17)

Materiales	Cantidad	Unidad	Costos (Bs)
Cemento	360	Kg/m ³	3060
Arena	974	Kg/m ³	4000
Daratad 17	1,25	Lt/ m ³	941,25
Agua	190	Lt/ m ³	100
Piedra	870	Kg/m ³	6000
Costo total			14101,25

Fuente: Framex.

Tabla 14: Costos de materias primas para el concreto con Aditivo Daracem 100
(CAD100)

Materiales	Cantidad	Unidad	Costos (Bs)
Cemento	360	Kg/m ³	3060
Daracem100	2,5	Lt/ m ³	1160
Arena	974	Kg/m ³	4000
Agua	190	Lt/ m ³	100
Piedra	870	Kg/m ³	6000
Costo total			14320

Fuente: Framex.

Tabla 15: Costo de Aditivos vs Uso

Dosis	WRDA 79		Daracem 100	
	Litros	Bs	Litros	Bs
Costo	1	753	1	464

Fuente: Framex C.A.

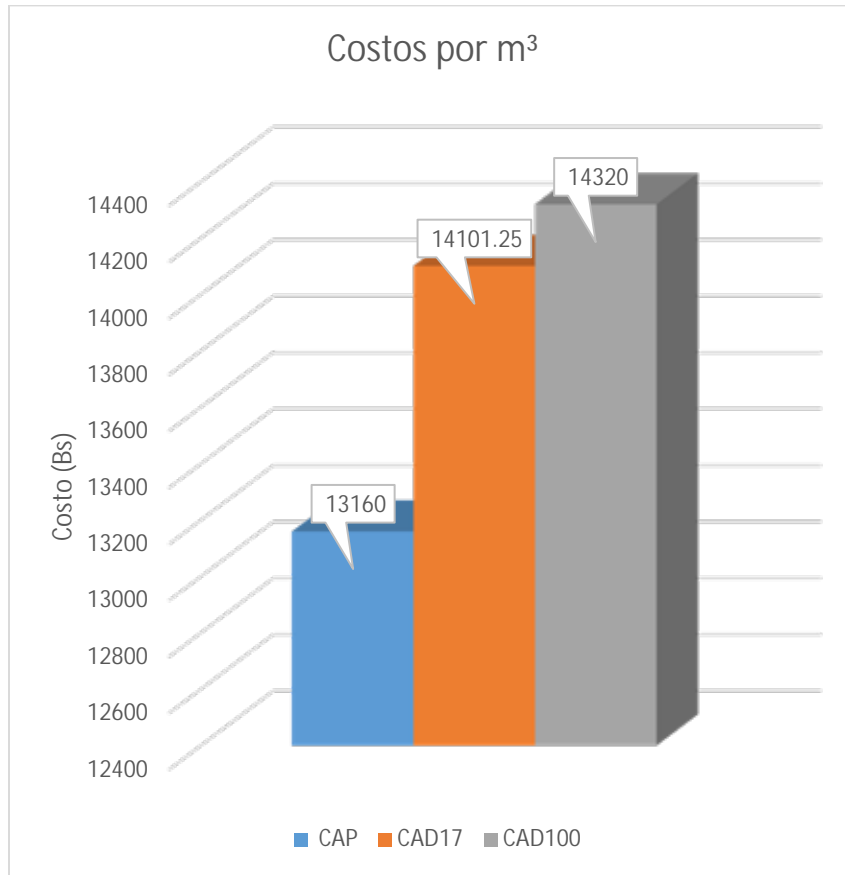


Figura 9: Costos de 1 m³ de concreto.


Fuente: Sebastian Aguilera

En la figura 9 se hace referencia a la variabilidad en cuanto al costos de 1 m³ de concreto, se realizaron los cálculos tomando en cuenta los precios con los que produce actualmente la empresa

FRAMEX.C. A

4,5. Tablas

Tabla 16: Resistencia a Compresión del Concreto Base, a los 7 días. (1-10)

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		19/9/2018


Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto Base.

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asentamiento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo días	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAP 1	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12289	179	71,6
CAP 2	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12245	180	72
CAP 3	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12425	177,9	71,16
CAP 4	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12245	177,6	71,04
CAP 5	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12245	177,8	71,12
CAP 6	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12285	188	75,2
CAP 7	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12315	163,1	65,24
CAP 8	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12987	178	71,2
CAP 9	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12459	177,8	71,12
CAP 10	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12168	177,8	71,12
									Prom	177.70	

Fuente: Sebastian Aguilera

Tabla 17: Resistencia a Compresión del Concreto Base, a los 7 días. (11-20).

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		19/9/2018


Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto Base.

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asenta miento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo días	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAP 11	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12505	177,8	71,12
CAP 12	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12503	166,7	66,68
CAP 13	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12504	168,5	67,4
CAP 14	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12535	166,7	66,68
CAP 15	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12525	168,3	67,32
CAP 16	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12256	163,87	65,55
CAP 17	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12784	168,37	67,35
CAP 18	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12503	177,6	71,04
CAP 19	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12503	166,8	66,72
CAP 20	19/9/2018	250	5"	25/9/2017	15	30	176,71	7	12505	168,7	66,68
									Prom:	169,34	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Tabla 18: Resistencia a Compresión del Concreto Base, a los 28 días. (21-30)

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		19/9/2018

Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto Base.

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asenta miento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo días	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAP 21	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12502	263	105,2
CAP 22	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12610	265	106
CAP 23	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12505	262	104,8
CAP 24	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12611	256	102,4
CAP 25	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12615	258	103,2
CAP 26	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12503	251	100,4
CAP 27	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12111	253	101,2
CAP 28	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12450	252	100,8
CAP 29	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12605	251	100,4
CAP 30	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12745	253	101,2
									Prom:	256,4	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Tabla 19: Resistencia a Compresión del Concreto Base, a los 28 días. (31-40)

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		19/9/2018


Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto Base.

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asenta miento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo días	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAP 31	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12500	259	103,6
CAP 32	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12600	260	104
CAP 33	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12505	255	102
CAP 34	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12603	256	102,4
CAP 35	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12615	258	103,2
CAP 36	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12502	256	102,4
CAP 37	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12102	259	103,6
CAP 38	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12650	260	104
CAP 39	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12505	255	102
CAP 40	19/9/2018	250	5"	16/10/2018	15	30	176,71	28	12245	258	103,2
									Prom:	257,6	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Tabla 20: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daratad 17, a los 7 días. (1-10).

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		20/9/2018

Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto con Aditivo Daratard 17

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asentamiento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo días	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAD17 1	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12593	224	89,6
CAD17 2	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12592	212	84,8
CAD17 3	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12595	225	90
CAD17 4	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12592	226	90,4
CAD17 5	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12591	213	85,2
CAD17 6	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12597	224	89,6
CAD17 7	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12589	223	89,2
CAD17 8	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	121293	221	88,4
CAD17 9	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12595	225	90
CAD17 10	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12555	212	84,8
Prom:										220,5	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Tabla 21: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daratad 17, a los 7 días. (11-20)

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		20/9/2018

Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto con Aditivo Daratard 17

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asenta miento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo días	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAD17 11	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12588	213	85,2
CAD17 12	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12572	224	89,6
CAD17 13	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12585	223	89,2
CAD17 14	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12593	216	86,4
CAD17 15	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12595	223	89,2
CAD17 16	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12557	214	85,6
CAD17 17	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12589	213	85,2
CAD17 18	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	121273	221	88,4
CAD17 19	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12595	225	90
CAD17 20	20/9/2018	250	5"	26/10/2018	15	30	176,71	7	12515	222	88,8
									Prom:	219,4	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Tabla 22: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daratard 17, a los 28 dias. (21-30)

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		20/9/2018

Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto con Aditivo Daratard 17

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asenta miento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo dias	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAD17 21	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12561	264,4	105,76
CAD17 22	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12695	262,6	105,04
CAD17 23	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12562	264,3	105,72
CAD17 24	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12694	263,2	105,28
CAD17 25	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12561	262,3	104,92
CAD17 26	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12562	265,3	106,12
CAD17 27	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12563	264,4	105,76
CAD17 28	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12653	262,6	105,04
CAD17 29	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12561	262,5	105
CAD17 30	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12593	262,1	104,84
									Prom:	263,37	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Tabla 23: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daratard 17, a los 28 dias. (31-40).

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		20/9/2018

Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto con Aditivo Daratard 17

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asentamiento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo dias	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAD17 31	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12562	263	105,2
CAD17 32	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12693	262,6	105,04
CAD17 33	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12562	264,3	105,72
CAD17 34	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12691	263,1	105,24
CAD17 35	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12562	262,3	104,92
CAD17 36	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12563	265,2	106,08
CAD17 37	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12565	264,4	105,76
CAD17 38	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12654	262,6	105,04
CAD17 39	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12562	262,5	105
CAD17 40	20/9/2018	250	5"	17/10/2018	15	30	176,71	28	12590	262,1	104,84
									Prom:	263,21	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Tabla 24: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daracem 100, a los 7 días. (1-10)

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		21/9/2018

Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto con Aditivo Daracem 100.

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asentamiento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo días	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAD100 1	21/9/2018	250	5"	27/9/2018	15	30	176,71	7	12657	250,4	100,16
CAD100 2	21/9/2018	250	5"	27/9/2018	15	30	176,71	7	12658	228,5	91,4
CAD100 3	21/9/2018	250	5"	27/9/2018	15	30	176,71	7	12607	250,3	100,12
CAD100 4	21/9/2018	250	5"	27/9/2018	15	30	176,71	7	121653	228,4	91,36
CAD100 5	21/9/2018	250	5"	27/9/2018	15	30	176,71	7	112603	250,1	100,04
CAD100 6	21/9/2018	250	5"	27/9/2018	15	30	176,71	7	12653	228,2	91,28
CAD100 7	21/9/2018	250	5"	27/9/2018	15	30	176,71	7	12654	250,6	100,24
CAD100 8	21/9/2018	250	5"	27/9/2018	15	30	176,71	7	12652	250,7	100,28
CAD100 9	21/9/2018	250	5"	27/9/2018	15	30	176,71	7	12652	250,7	100,28
CAD100 10	21/9/2018	250	5"	27/9/2018	15	30	176,71	7	12657	228,2	91,28
									Prom:	241,61	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Tabla 25: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daracem 100, a los 7dias. (11-20)

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		25/10/2018

Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto con Aditivo Daracem 100.

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asentamiento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo dias	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAD100 11	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12690	311	123,6
CAD100 12	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12635	317	120,4
CAD100 13	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12622	309	120,8
CAD100 14	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12632	308	122,8
CAD100 15	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12631	306	122,4
CAD100 16	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12691	307	122
CAD100 17	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12635	309	123,6
CAD100 18	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12635	308	123,2
CAD100 19	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12632	303	121,2
CAD100 20	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12631	301	120,4
Prom:										307,9	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Tabla 26: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daracem 100, a los 28 días. (21-30)

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		25/10/2018

Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto con Aditivo Daracem 100.

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asentamiento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo días	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAD100 21	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12690	311	123,6
CAD100 22	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12635	317	120,4
CAD100 23	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12622	309	120,8
CAD100 24	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12632	308	122,8
CAD100 25	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12631	306	122,4
CAD100 26	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12691	307	122
CAD100 27	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12635	309	123,6
CAD100 28	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12635	308	123,2
CAD100 29	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12632	303	121,2
CAD100 30	25/10/2018	250	5"	21/11/2018	15	30	176,71	28	12631	301	120,4
									Prom:	307,9	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Tabla 27: Resistencia a Compresión del Concreto con Aditivo Daracem 100, a los 28 días. (31-40)

	Ensayo a Compresión en Cilindros de Concreto	Fecha:
		26/10/2018

Solicitante: Sebastian Aguilera

Id. Mezcla: Concreto con Aditivo Daracem 100.

Id. Cilindro	Fecha de Elaboración	Resistencia Requerida Kg/cm2	Asentamiento Pulg	Fecha de Ensayo	Diámetro cm	Altura cm	Área cm2	Edad de Ensayo días	Carga de ruptura kg	Resistencia a compresión kg/cm2	Resistencia obtenida/ Requerida %
CAD100 31	26/10/2018	250	5"	22/11/2018	15	30	176,71	28	12632	311	123,6
CAD100 32	26/10/2018	250	5"	22/11/2018	15	30	176,71	28	12631	317	120,4
CAD100 33	26/10/2018	250	5"	22/11/2018	15	30	176,71	28	12663	309	120,8
CAD100 34	26/10/2018	250	5"	22/11/2018	15	30	176,71	28	12690	308	122,8
CAD100 35	26/10/2018	250	5"	22/11/2018	15	30	176,71	28	12691	306	122,4
CAD100 36	26/10/2018	250	5"	22/11/2018	15	30	176,71	28	12691	307	122
CAD100 37	26/10/2018	250	5"	22/11/2018	15	30	176,71	28	12635	309	123,6
CAD100 38	26/10/2018	250	5"	22/11/2018	15	30	176,71	28	12635	308	123,2
CAD100 39	26/10/2018	250	5"	22/11/2018	15	30	176,71	28	12632	303	121,2
CAD100 40	26/10/2018	250	5"	22/11/2018	15	30	176,71	28	12631	301	120,4
									Prom:	307,9	

Fuente: Sebastian Aguilera 2018

Desarrollo de resistencias a compresión.



Figura 10: Resistencias a compresión de las muestras de concreto a los 7 días.

Fuente: Sebastian Aguilera

En la presente grafica se hace referencia a los porcentajes de reducción de agua para las distintas muestras, Concreto sin aditivo (CAP), Concreto con Aditivo Daratard 17 (CAD17), Concreto con Aditivo Daratard 100 (CAD100).

Desarrollo de resistencias a compresión.

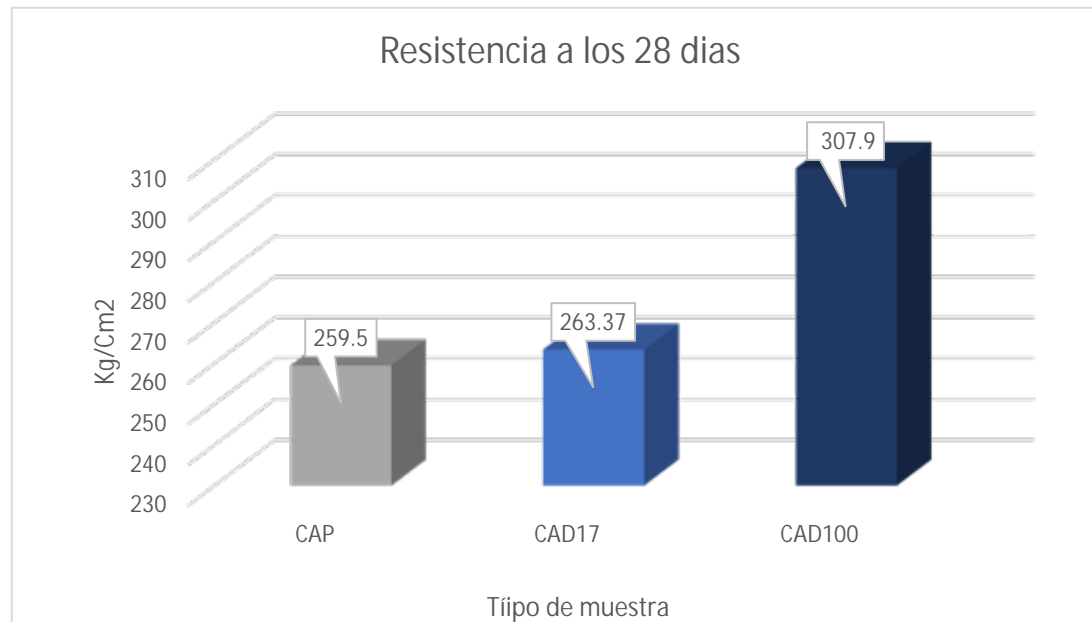


Figura 11: Resistencias a compresión del concreto a los 28 días.

Fuente: Sebastian Aguilera

En la siguiente gráfica se muestran los porcentajes de las resistencias a compresión para las distintas muestras, Concreto sin aditivo (CAP), Concreto con Aditivo Daratard 17 (CAD17), Concreto con Aditivo Daratard 100 (CAD100).

Desarrollo de Resistencias a Compresión.

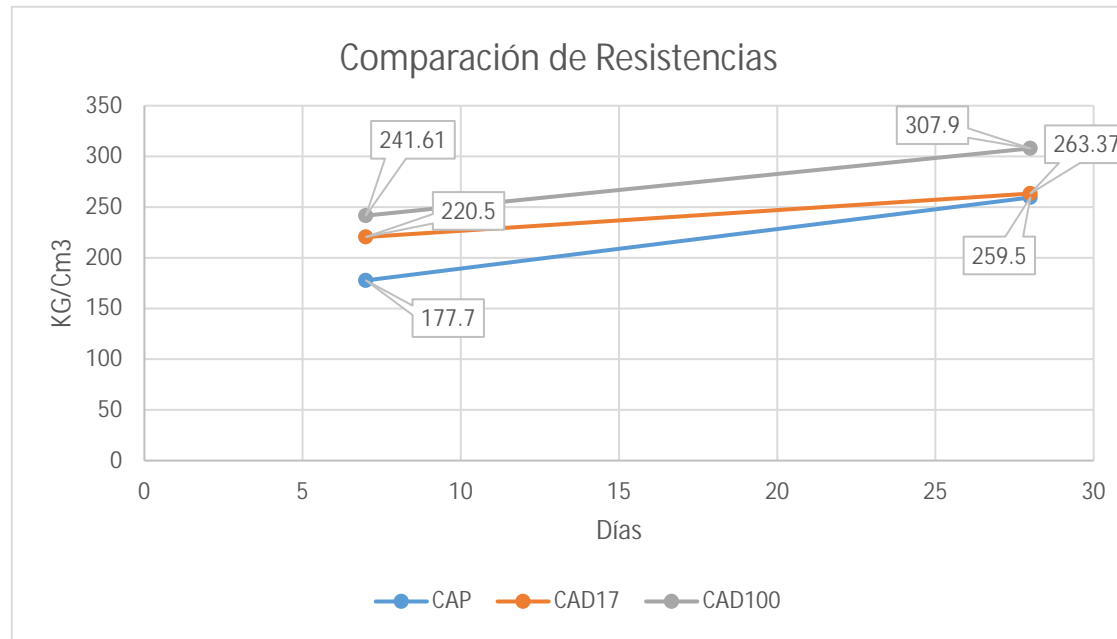


Figura 12: Comparación de Resistencias a compresión del concreto.

Fuente: Sebastian Aguilera

En la figura 11 se pueden observar las variaciones de las resistencias del concreto a los 7 y 28 días para las distintas muestras, Concreto sin aditivo (CAP), Concreto con Aditivo Daratard 17 (CAD17), Concreto con Aditivo Daratard 100 (CAD100).

CONCLUSIONES

La presente investigación, se desarrolló con la finalidad de realizar un análisis comparativo del aditivo plastificante Daratard 17 y el superplastificante Daracem 100 en el vaciado de concreto de resistencia 250 kg/cm^2 . Donde se efectuaron un conjunto de ensayos determinantes los cuales incidieron a lo largo del desarrollo de este trabajo y a su vez de las conclusiones. Los ensayos realizados se rigieron por los lineamientos establecidos en las normas COVENIN N° 351, con el cual se obtuvieron datos acerca del comportamiento de variables tales como: relación agua/cemento, reducción de agua y ganancia de resistencia. Se pudo observar que el comportamiento del concreto con los dos diferentes aditivos, presentaron algunas similitudes y diferencias, la similitud principal fue la del asentamiento, ya que esta propiedad se mantuvo constante en cinco pulgadas (5") a lo largo de la ejecución de las mezclas, solo con una variación de \pm una pulgada (1").

En referencia a la reducción de agua en el diseño de mezcla con ambos aditivos por separado y en dosis media, fue una de las principales variaciones observables. Es decir, en los dos aditivos estudiados se observó una reducción de agua considerable siendo comparados con la mezcla de concreto base, y como consecuencia la disminución de la relación a/c, pero principalmente se observaron las dos mezclas con cada aditivo en dosificación media tal como se puede apreciar en la tabla 29, la cual describe con mayor exactitud las variaciones de dicha variable a través de las dosificaciones antes mencionadas y de esta manera se puede ver que el porcentaje de reducción de agua tiene una variable en comparación con el aditivo plastificante y el superplastificante, dentro del rango comprendido entre 10% hasta un 15%. Por medio de lo explicado anteriormente se concluye que en la dosis media de los dos diferentes aditivos donde se aprecia más reducción de agua, y como ya se esperaba el aditivo superplastificante Daracem 100 en su dosis

media es el que tendrá na mayor disminución de agua, con una reducción de 15% concordando con la información proporcionada por el fabricante. En referencia al objetivo de comparar la relación a/c con cada aditivo en se puede concluir que, a pesar de mantener el asentamiento en cinco pulgadas más o menos($5'' \pm 1''$), se puede observar que la reducción de agua es mayor al agregar cada aditivo, lo cual le añade fluidez para su colocación y manipulación en obra, en consecuencia, se puede decir que, empleando en forma adecuada la dosificación de los aditivos estudiados, se pueden obtener buenos concretos con respecto a las resistencias a los 7 y 28 días. De esta manera podemos decir que a pesar que son dos aditivos diferentes siendo aplicados en la misma dosis la mezcla del concreto tendrá una buena trabajabilidad, siempre y cuando se empleen de forma adecuada y de que se mantenga de manera constante el asentamiento a lo largo de la ejecución de la mezcla.

Con respecto a la incidencia de costos según el uso de los aditivos, se pudo concluir que la diferencia entre el Daratard 17 y el Daracem 100 presentan similitudes tanto en la reducción de agua como en los costos. Por otro lado, la diferencia de precios es significativa, ya que el Daracem 100 es 163% más costoso que el Daratad 17 generando incidencia al objetivo de verificar la ganancia de resistencia con la adición de los dos aditivos, podemos corroborar que con cada aditivo las resistencias a compresión de las mezclas dosificadas son superiores a las resistencias que se pudieron obtener realizando este mismo ensayo a una mezcla de concreto en su forma base (sin aditivos añadidos), lo que demostró la efectividad de usar aditivos en las mezclas de concreto para diferentes tipos de construcciones.

Aunado al objetivo, se comparó la resistencia de los aditivos Daratard 17 y el Daracem 100 con dosis media en diferentes mezclas de concreto y al realizar el ensayo a compresión en las dos edades antes señaladas, se obtuvo que; a los 7 días el aditivo superplastificante Daracem 100 obtuvo mayor resistencia en la dosis media, de igual manera a los 28 días desarrollo un mayor rendimiento; (todo esto puede

ser observado en las tablas y gráficos del Capítulo IV donde se aprecian las resistencias de los cilindros ensayados), el Daracem 100 en dosis altas, además de ser un reductor de agua de alto rango también se comporta como un aditivo retardador de fraguado, concordando con la información proporcionada por el fabricante en la ficha técnica del producto utilizado; presente en la norma ASTM C494. Además, a los 28 días, cuando el concreto obtiene su resistencia total se puede observar que el aditivo Daracem 100 supero con mayores resistencias al aditivo plastificante Daratard 17. Por medio a lo explicado anteriormente se concluye que el objetivo propuesto referente a la ganancia de resistencia al ser añadidos a la mezcla de concreto queda ratificado que los análisis de las variables estudiadas conllevan a cumplir con el objetivo general de la investigación, el cual fue realizar el análisis comparativo del aditivo plastificante Daratard 17 y el superplastificante Daracem 100 en el vaciado de concreto de resistencia 250 kg/cm²

RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar otros ensayos de resistencia mecánica, como el ensayo a la resistencia a la flexión, bajo las mismas dosificaciones de cada aditivo, con materiales tradicionales y/o livianos, para todas las resistencias de uso frecuente.

Realizar pruebas a los 3 días con los diferentes aditivos para verificar la ganancia de resistencias.

Ampliar la investigación implementando la utilización de otros tipos de cementos, no tradicionales, tales como, cementos con adiciones de ceniza volantes, puzolanas, escoria de alto horno, etc.; con el fin de estudiar su funcionalidad en la mezcla de concreto.

No limitar la fecha de los ensayos a compresión a las edades normativas de 28 días, sino estudiar el comportamiento de la resistencia a edades de 5 meses, 10 meses y 1 año, bajo las mismas condiciones del diseño actual.

Para el uso del aditivo Daratard 17 se recomienda no exceder la dosis media de la hoja técnica si se busca aumento de resistencia sin gasto excesivo de aditivo.

Para el uso del aditivo Daracem 100 se recomienda no exceder la dosis media debido a que en dosis altas o máxima se comportará como un aditivo retardador de fraguado y esto se verá reflejado en la resistencia del concreto.

Se recomienda también investigar acerca de las compatibilidades del aditivo Daratard 17 y el aditivo Daracem 100, con otros aditivos de diferente clasificación, señalado en la hoja técnica de cada aditivo.

BIBLIOGRAFÍA

Impresas

Arnal, Eduardo. (1984). **Concreto Armado**. Tercera edición. Caracas, Venezuela: Arte.

Arias, F. (2006). **El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica**. Quinta edición. Caracas, Venezuela: Episteme.

Arias, F. (2012). **El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica**. Sexta edición. Caracas, Venezuela: Episteme.

Arias, F. (1999). **El Proyecto de Investigación Guía Para su Elaboración**. Tercera edición. Caracas, Venezuela: Episteme.

Balestrini, M. (2002). **Como se Elabora el Proyecto de Investigación, Para los Estudios Descriptivos, Diagnósticos, Evaluativos, Formulación de Hipótesis Causales, Experimentales y los Proyectos Factibles**. Sexta edición. Caracas, Venezuela: BL Consultores Asociados, Servicio Editorial.

Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. (1994). **Metodología de la Investigación**. México: McGraw-Hill Interamericana.

Hernández, R. Fernández, C. Baptista, P. (2003). **Metodología de la Investigación**. México: McGraw-Hill Interamericana.

Sabino, C. (2000). **El Proceso de Investigación**. Caracas, Venezuela: Panapo.

Sanjuán B, Miguel A. Chinchón Y, Servando. (2004). **El Cemento Portland. Fabricación y Expedición.** Primera Edición. España: Universitat d' Alacant (Publicacions)

Tamayo y Tamayo, Mario. (2007). **El Proceso de la Investigación Científica.** Cuarta Edición. México: Editorial Limusa S.A.

Digitales

Eralte, Adhonys. (2017). **¿Cuál fue el origen del Cemento?** [Portal Web]
Disponible en la página: <https://arquigrafico.com/cual-fue-el-origen-del-cemento/>

ARQHYS. (2012). **Resistencia de los Materiales.** [Revista en Línea]
Revista ARQHYS. Disponible en la página:
<http://www.arqhys.com/construccion/materiales-resistencia.html>

ANEXOS.

PRODUCT DATA



Daratard® 17

Aditivo retardante – reductor de agua según UNE EN 934.2

Descripción

El DARATARD® 17 es un aditivo de altas prestaciones, formulado a base de compuestos orgánicos polihidroxilados de alto grado de pureza.

No contiene cloruros.

El DARATARD® 17 está principalmente indicado para retardar de manera controlada el fraguado del hormigón. A las dosificaciones usuales del 2-3 % sobre peso de cemento, el tiempo de inicio de fraguado de un hormigón preparado con cemento Portland viene retardado de 1 a 4 horas a 20 °C.

Ventajas

El DARATARD® 17 ha estado estudiado con el fin de obtener las más altas resistencias a compresión y flexión en el hormigón gracias a su eficaz acción de reducción del agua de amasado (entre el 10 -15%), y al control de la hidratación de la fase silicato tricálcico (C3S) del cemento. Gracias a la reducción del agua de amasado que se puede conseguir con el empleo de DARATARD® 17, se obtienen hormigones frescos con mayor plasticidad y trabajabilidad, mayor facilidad de puesta en obra y mejor acabado superficial, al tiempo que el hormigón endurecido tendrá características de mayor impermeabilidad y menor retracción.

Por tanto, el DARATARD® 17 está recomendado siempre que sea necesario un retraso de fraguado para garantizar la trabajabilidad por un tiempo suficientemente prolongado como para permitir el transporte, puesta en obra, compactación, vibrado, en los casos de:

- Hormigonado en clima cálido, en que un retraso de fraguado asegurará un tiempo suficiente para la puesta en obra del hormigón, al tiempo que mejorará sus prestaciones finales.
- Transporte del hormigón, para prolongar el tiempo de fraguado cuando se prevean transportes de largas distancias.

Dosificación

El DARATARD® 17 tiene unos márgenes amplios de dosificación según la aplicación concreta, pero se mueve mayoritariamente sobre el 2 al 3 % sobre peso de cemento. La dosis óptima deberá ser determinada mediante ensayos previos utilizando los mismos materiales propuestos para la aplicación industrial. Cuando sea preciso un considerable aumento del retraso de fraguado, se puede utilizar el producto en dosis del 4 al 5 % sobre peso de cemento sin detrimento de la durabilidad. En la siguiente tabla se muestra un comportamiento típico del DARATARD® 17 que puede servir a modo orientativo.

Dosificación (ml/100 Kg cemento)	Incremento del tiempo de fraguado (horas) a 20 °C
Control	-
100	1
150	1,7
200	2,5
250	3,3
300	4,5
350	6
400	7
450	9

Compatibilidad entre aditivos

El DARATARD® 17 es compatible con todos los demás aditivos de GCP de aplicación al hormigón. En particular muestra un notable sinérgismo con el aireante DAREX AEA® el cual puede ser utilizado en una dosis un 15 % inferior a la necesaria en su aplicación individual. Se aconseja aplicar los diferentes aditivos por separado.

Equipo dosificador

GCP pone a disposición de sus clientes sistemas de dosificación adaptados a sus centrales de fabricación para garantizar la correcta aplicación del producto.

Dosificación

(ml/100 Kg cemento) Incremento del tiempo de fraguado (horas) a 20°C.

Anexo 1: Información técnica de Daratad 17.

Fuente: Grace de Venezuela 2018

DARACEM™ 100

Aditivo Reductor de Agua de Alto Rango Superplastificante

Descripción

DARACEM™ 100 fue desarrollado como un aditivo reductor de agua de alta eficiencia y que permite obtener una elevada capacidad fluidificante que se puede aprovechar para la obtención de hormigones de consistencias muy fluidas.

Es una combinación de materias primas de elevada calidad para a obtención de un producto que permite incrementar la calidad, resistencia y durabilidad del concreto además es un producto con un buen mantenimiento de trabajabilidad en el estado fresco del concreto.



Especificaciones Técnicas

DARACEM™ 100 está formulado para cumplir con las especificaciones de aditivos químicos para concreto según la ASTM C 494:2010 Tipo F y G y ASTM C 1017 como tipo A.

Aplicaciones

Las principales aplicaciones del DARACEM™ 100 son en:

- Hormigones en general;
- Centrales dosificadoras de hormigones;
- Pilares, muros y pilotajes;
- Hormigones fluidos;
- Hormigones con baja relación agua/cemento

Características Principales

Tipo de producto: Reductor de Agua de Alto Rango

Aspecto: Líquido

Color: Líquido Marrón Oscuro

Validez: 6 meses

Densidad: 1,17 g/cm³.

Suministro: DARACEM™ 100 se suministra en tambores de 250 kg, en contenedores de 1100 kg o a granel mediante el uso de camiones cisternas propios.

Sin cloruros

No contiene compuestos inflamables.

Ventajas

DARACEM™ 100 confiere al concreto elevadas prestaciones en materia de:

- Trabajabilidad;
- Reducción de la relación agua / cemento;
- Desarrollo de resistencias;
- Mantenimiento de la consistencia;
- No produce segregaciones en la mezcla;
- Baja permeabilidad;
- Elevada trabajabilidad para una más completa compactación y una más ágil y correcta puesta en obra.
- Bajo y controlado nivel del aire oculto, dado que niveles muy altos producen una porosidad perjudicial para la durabilidad de la estructura.

DARACEM™ 100 facilita la puesta en obra y mejora las prestaciones mecánicas del concreto.

DARACEM™ 100 permite reducciones de agua al redor de 15% cuando comparado a un concreto de referencia.

Además DARACEM™ 100 confiere un mantenimiento de asentamiento muy bueno.

Dosificaciones

La dosificación del DARACEM™ 100 recomendada es de 0,4% hasta 1,0% sobre el peso de cemento. Hormigones con relaciones a/c muy bajas que requieran dosis superiores a 1,5% sobre peso de material cementante, se recomienda el uso de los superfluidificantes ADVA™.

Compatibilidad

DARACEM™ 100 es compatible con la mayoría de los aditivos de GRACE de aplicación al concreto.

No se recomienda usar el DARACEM™ 100 en combinación con productos de la línea ADVA™.

NO OBSTANTE, CADA ADITIVO DEBE SER AGREGADO A LA MEZCLA POR SEPARADO.

Dosificador de aditivo

GRACE pone a disposición de sus clientes sistemas de dosificación adaptados a sus centrales de fabricación para garantizar la correcta aplicación del producto.

Asesoramiento técnico

El Departamento Técnico de GRACE estará a su disposición para asesorar y asistir en el uso correcto de sus productos.

Anexo 2: Información técnica de Daracem 100.

Fuente: Grace de Venezuela 2018.



Anexo 3: Planta de premezclado FRAMEX, C.A.

Fuente: FRAMEX C.A.



Anexo 4: Agregado fino.

Fuente: Sebastian Aguilera.



Anexo 5: Agregado grueso.

Fuente: Sebastian Aguilera.



Granulometría del Agregado Fino		Realizado Por:	Aguilera Sebastian	Impurezas Orgánicas	COVENIN -256	Número Colorimétrico:	Color Patrón (1)
Análisis Granulométrico Tamiz	Covenin -255	Proveedor:	Macenca	Procedencia:	Tinaquillo Macenca	Material:	Arena Lavada de mina
	Abertura (mm)	Cantidad Retenida (g)	Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)	Pasante límite Superior (%)	Pasante límite Inferior (%)
1/2"	12,5		0	0	100%	100%	100%
3/8"	9,5	26,6	1,77	1,77	98,23%	100%	100%
1/4"	6,35	169,8	11,32	13,1	86,90%	100%	100%
No. 4	4,75	65,3	4,36	17,45	82,55%	100%	85%
No. 8	2,38	161,1	10,47	28,2	71,80%	95%	60%
No. 16	1,19	165,6	11,04	39,24	60,76%	80%	40%
No. 30	0,6	248,3	16,56	55,8	44,20%	60%	20%
No. 50	0,3	333	22,21	78,01	21,99%	30%	8%
No. 100	0,15	225,2	15,02	93,03	6,97%	10%	2%
No. 200	0,075	104,5	6,97	100	0%	5%	0%
COVENIN -259	Totales	1499,4	Módulo de finura	3,14	Pasante Tamiz 200	COVENIN-258	Fecha :11/09/2018
Va: Volumen de Capa material (cm ³)			Partículas en suspensión		(a)Peso seco original de la muestra: 500gr		
W: Peso de la muestra (gr)			S= [Va*0.6]/W*100		(b)Peso seco muestra después de lavado: 475.5gr		

Anexo 6: Granulometría del Agregado fino.

Fuente: Sebastian Aguilera



Anexo 7: Curva Granulométrica del Agregado fino.

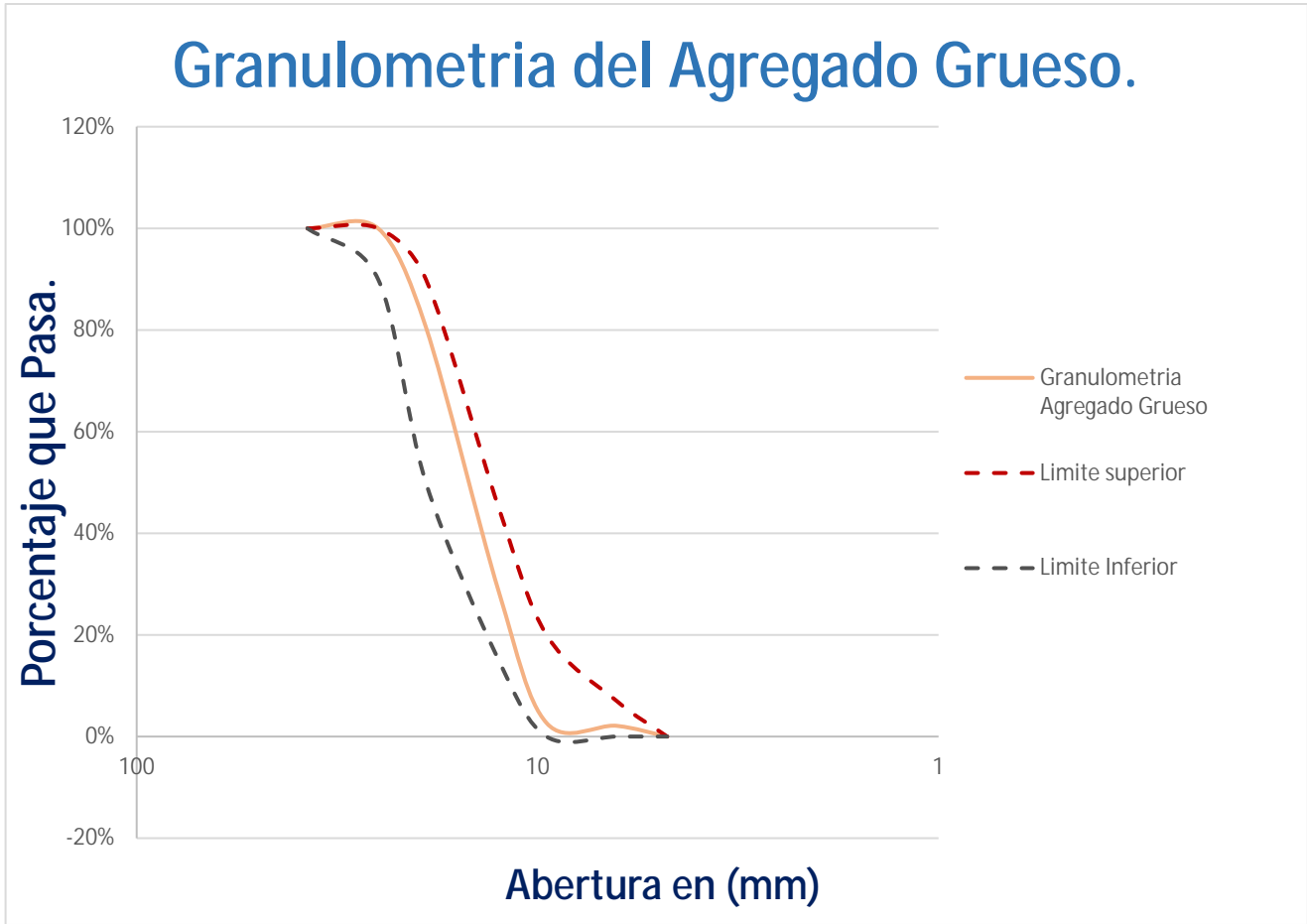
Fuente: Sebastian Aguilera.



	Material: Piedra Picada N° 1	Procedencia: Rio Acarigua	Proveedor: Rio Acarigua	Fecha: 10/09/2018	Granulometría del Agregado Grueso	Realizado por:	Sebastian Aguilera
	Análisis Granulométrico Covenin 255	Cantidad	Retenido	Retenido	Pasante	Pasante	Pasante
Tamiz	Abertura malla (mm)	Retenida (g)	(%)	Acumulado (%)	Acumulado (%)	Límite Superior (%)	Límite Inferior (%)
1 1/2"	37,5				100%	100%	100%
1"	25		19,41	19,41	100%	100%	90%
3/4"	19	363	52,06	71,47	80,59%	90%	50%
1/2"	12,5	973,4	25,86	97,33	28,53%	45%	15%
3/8"	9,5	483,5	0,56	97,89	2,67%	20%	0%
1/4"	6,35	10,5			2,11%	7%	0%
N° 4	4,75	0			0%	0%	0%
Fondo	0,075	Pasante tamiz	200	Covenin 258	(A) Peso seco	Original de la muestra (gr)	1167,00
					(B) Peso seco Muestra	después de lavado (gr)	11156,70
					F = [(A) - (B)] / (A) * 100 (%)		1,22

Anexo 8: Granulometría del agregado Grueso.

Fuente: Sebastian Aguilera.



Anexo 9: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.

Fuente: Sebastian Aguilera.