

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO DE RESISTENCIA MAYOR A 280 kgf/cm² CON CEMENTO PORTLAND TIPO I/TIPO II, A PARTIR DE SEIS AGREGADOS.

Presentado ante la ilustre:

Universidad Central de Venezuela

Por los Brs:

Nieves De Freitas, Oliver Alexander

Perales Medina, Fathima Del Amazonas

Para optar al título de:

Ingeniero Civil

Caracas, 2012

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO DE RESISTENCIA MAYOR A 280 kgf/cm² CON CEMENTO PORTLAND TIPO I/TIPO II, A PARTIR DE SEIS AGREGADOS.

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Ing. Iván José Rodríguez

Presentado ante la ilustre:

Universidad Central de Venezuela

Por los Brs:

Nieves De Freitas, Oliver Alexander

Perales Medina, Fathima Del Amazonas

Para optar al título de:

Ingeniero Civil

Caracas, 2012

ACTA

El día 9 de noviembre del año 2012 se reunió el jurado formado por los profesores:

Alba López

Nelson Camacho

Iván Rodríguez

Con el fin de examinar el Trabajo Especial de Grado "DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO DE RESISTENCIA MAYOR A 280 kgf/cm² CON CEMENTO PORTLAND TIPO I/TIPO II, A PARTIR DE SEIS AGREGADOS" Presentado ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela para optar por el Título de INGENIERO CIVIL.

Una vez oída la defensa oral que los bachilleres hicieron de su Trabajo Especial de Grado, este jurado decidió las siguientes calificaciones:

NOMBRE	CALIFICACIÓN	
	Números	Letras
Br. Oliver Alexander Nieves De Freites	20	VEINTE
Br. Fathima del Amazonas Perales Medina	20	VEINTE

Recomendaciones:

FIRMAS DEL JURADO



Caracas, 9 de Noviembre de 2012

DEDICATORIA

A mis padres,

Gicela y Heriberto.

“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad” Albert Einstein

Fathima Del Amazonas Perales Medina.

A mis padres,

Nohemí De Freitas y Nelson Nieves.

A mis tíos,

Luisa De Freitas y Juan Ovalles.

A mi sobrina,

Sophia Nieves.

Oliver Alexander Nieves De Freitas.

AGRADECIMIENTOS

Primero, gracias a Dios por darme salud y permitirme cosechar este triunfo, por darme dos padres maravillosos, Gicela y Heriberto, los pilares de mi vida.

Mamá, por ser mi ejemplo a seguir, la mujer más determinada que he visto, por demostrarme que cuando se quiere se puede. Papá, por ser el complemento de mi existencia y por brindarme dones únicos.

A mi madrina Miriam y a Yoely, por acompañarme durante largo tiempo y ser mi guardiana en Caracas. A mi hermano y abuela, todos conforman mi pequeña gran familia.

A la gran familia del CCTO, mi colegio querido, con sus profesores y amistades forjé el carácter que me ha llevado al éxito.

A la Ilustre Universidad Central de Venezuela, por ser más que una universidad, tu formación es más de lo que un profesional puede aspirar, definitivamente la ***Casa que vence las sombras.***

Profe Iván, por permitirnos llevar a cabo su idea y formar parte de esta última etapa de nuestra carrera.

Profe Henry, por ayudarme más allá de lo que sus responsabilidades demandaban y a todos los muchachos del Servicio comunitario.

Gracias a la FNC por creer en nuestro proyecto y brindarnos soporte técnico y profesional, especialmente al Sr. Mario, María, Alexander, Michel, Génesis, Jonathan, Roberth y Ángel.

A los que conocí dentro y fuera de la universidad en estos 5 años, compañeros de clase, de rumba y de vida, Pacheco, Sandra, Hecmy, Carlos Julio, Humberto, Ceci y en especial Oliver, “buito”, mi compañero adorado.

Sobran las palabras, a todos ustedes, gracias.

Fathima del Amazonas Perales Medina.

En primer lugar agradezco a Dios y mis padres por su apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria, por los consejos y la educación impartida desde temprana edad la cual siempre impulsó mi compromiso por profesionalizarme, tener metas que alcanzar y superar en la vida y lograr un crecimiento personal e intelectual. Así como mis hermanos por darme su mano para ayudarme en lo académico y moral además de ser siempre mis ejemplos a seguir.

A mis tíos Juan y Luisa y mis primos Kendall y Kervin por brindarme un hogar, en el cual siempre conté con su apoyo, amor y ayuda incondicional en todos los aspectos para poder continuar con mis estudios en la ciudad de Caracas, lo cual hizo mucho más fácil, cómoda y placentera mi vida universitaria. Igualmente a mi tío Alfredo por ayudarme desde el comienzo de mi carrera.

Mi más sincero y profundo agradecimiento a la Fábrica Nacional de Cementos, por brindarnos su ayuda en equipos, conocimiento y materiales para la realización del presente Trabajo Especial de Grado y poder culminar así nuestra formación como Ingenieros Civiles. En específico, agradezco al personal del Laboratorio de concreto y agregados, el señor Mario Acosta, María, Michel, Jonathan, Génesis, Robert, Ángel y Alexander; por su apoyo totalmente incondicional además del excelente trato y atenciones para con nosotros ya que con su ayuda facilitaron, agilizaron e hicieron posible y amena la realización de todos los ensayos y en general la estadía en esta institución.

A nuestro tutor el Ing. Iván José Rodríguez por permitirnos trabajar en este interesante tema asignado por él y brindarnos apoyo en todo momento. Igualmente al profesor Henry Blanco por su gran colaboración y valiosa ayuda.

Finalmente agradezco a todos los profesores por los valiosos conocimientos impartidos en cada asignatura, así como también a mis compañeros de clases, especialmente a Dervis Pacheco, Hecmy Parra, Pedro Hernández, Carlos Gil, Carlos Martínez y a mi gran amiga Fátima Perales.

Oliver Alexander Nieves De Freitas

Nieves De Freitas, Oliver Alexander

Perales Media, Fathima del Amazonas

DISEÑO DE UNA MEZCLA DE CONCRETO DE CONCRETO DE RESISTENCIA MAYOR A 280 kgf/cm² CON CEMENTO PORTLAND TIPO I/TIPO II, A PARTIR DE SEIS AGREGADOS.

Tutor Académico: Prof. Iván José Rodríguez

Trabajo Especial de Grado. Caracas, UCV Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil. 2012, nº pág. (125)

Palabras clave: Concreto, agregados, granulometría, resistencia a la compresión, trabajabilidad.

RESUMEN

Se ha demostrado que la densidad de una mezcla de concreto influye en sus valores de resistencia. Una mezcla lograda de manera tradicional, con piedra y arena, genera vacíos dentro de ella; al eliminar dichos intersticios es posible aumentar su densidad y por ende su resistencia. Se han realizado investigaciones sobre la caracterización de los agregados de una mezcla, sin embargo, no se ha estudiado experimentalmente la influencia que tiene aumentar el número de ellos sobre la resistencia de la misma. El presente trabajo tuvo como objetivo diseñar una mezcla de concreto con cemento Portland tipo I, modificada con seis (6) tamaños de agregados; el proceso consistió en realizar una mezcla de concreto convencional y sobre esta realizar mediciones de asentamiento y resistencia a los 28 días, seguidamente se elaboraron mezclas de concreto con seis agregados, modificando su granulometría, hasta obtener la gradación de agregados y la dosis de agua y cemento portland tipo I/tipo II que proporcionen valores de resistencia mayores a 280 kg/cm^2 brindando una buena trabajabilidad. Se tomaron 3 tipos

de granulometrías para los agregados gruesos dividiéndola en 5 tamaños de grano, el sexto agregado fue arena natural de río. Las granulometrías fueron gruesa, media y fina, basándose en los límites establecidos en la normativa venezolana. Los ensayos fueron realizados según lo establecido en las normas COVENIN.

Las tres variables principales de estudio fueron resistencia a la compresión a los 28 días, asentamiento y segregación. Los resultados arrojaron que la mezcla con un comportamiento más equilibrado de las tres variables fue la de granulometría media, sin embargo, se demostró que pueden alcanzarse resultados similares tanto en estado fresco como endurecido, empleando una granulometría mayormente fina aplicando un aditivo plastificante. De igual manera se pudo verificar que el uso de este último es necesario sólo para mezclas con agregados gruesos con tamaño reducidos, para asegurar un adecuado comportamiento en estado fresco, principalmente en cuanto a la trabajabilidad.

El presente trabajo especial de grado puede constituir un diseño de mezcla nuevo y alternativo

Índice

INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO I.....	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
I.1.- El problema de la Investigación.....	18
I.2.- OBJETIVOS.....	20
I.2.1.- Objetivo General:.....	20
I.2.2.- Objetivos Específicos:	20
I.3.- JUSTIFICACIÓN.....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO.....	22
II.1.- EL CONCRETO.....	23
II.2.- EL CEMENTO.....	25
II.3.- LOS AGREGADOS.....	26
II.4.- AGUA.....	29
II.5.- ADITIVOS.....	30
II.6.- DISEÑO DE MEZCLAS.....	31
II.7.- COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO.....	36
II.8.- GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	38
CAPÍTULO III.....	40
MARCO METODOLÓGICO.....	40
III.1.- Características de las mezclas.....	40
III.2.- Ensayos de agregados.....	42
• Granulometría del agregado fino. COVENIN 255:1998 (Agregados. Determinación de la composición granulométrica):.....	42
• Granulometría del agregado grueso. COVENIN 255:1998 (Agregados. Determinación de la composición granulométrica):.....	42
• Contenido de humedad del agregado fino y del agregado grueso:	42
• Peso específico y absorción del agregado fino. COVENIN 270:1998 (Agregados. Extracción de muestras para morteros y concreto):.....	43

• Peso específico y absorción del agregado grueso. COVENIN 270:1998 (Agregado grueso. Determinación de las densidades y absorción):	44
• Peso Unitario suelto y compacto del agregado fino y grueso. COVENIN 263:1978 (Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado):	46
III.3.- Diseño de mezclas	46
III.4.- Elaboración de las mezclas	48
III.5.- Ensayo Cono de Abrams. COVENIN 339:2003	50
III.6.- Elaboración de las probetas. COVENIN 338:2002	52
III.7.- Ensayos a Compresión. COVENIN 338:2002	53
CAPITULO IV	56
RESULTADOS Y ANÁLISIS.	56
IV.1.- Caracterización de agregados finos, agregados gruesos.	56
IV.2.- Granulometría de agregados gruesos	57
IV. 3.- Diseño de mezclas.....	60
IV.4.- Verificación y estudio trabajabilidad de las mezclas obtenidas	62
IV.5.- Incidencia de la granulometría en la segregación de la mezcla	68
IV.6.- Resistencia a la compresión.....	69
IV.7.- Comportamiento de falla de las probetas	85
IV.8.- Comparación de mezclas.....	86
CAPITULO V	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
V.1.- Conclusiones	89
V.2.- Recomendaciones	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 “Distribución granulométrica agregado grueso: mezcla patrón” Fuente: FNC.....	58
Gráfico 2 “Distribución granulométrica agregado grueso: mezcla gruesa” Fuente: FNC.....	59
Gráfico 3 “Distribución granulométrica agregado grueso: mezcla media” Fuente: FNC.....	59
Gráfico 4 “Distribución granulométrica agregado grueso: mezcla fina” Fuente: FNC	60
Gráfico 5 “Comparación de medidas de asentamiento: mezcla gruesa” Fuente: Elaboración propia.....	63
Gráfico 6 “Comparación de medidas de asentamiento: mezcla media” Fuente: Elaboración propia.....	64
Gráfico 7 “Comparación de medidas de asentamiento: mezcla fina” Fuente: Elaboración propia.....	64
Gráfico 8 “Comparación de asentamientos promedio” Fuente: Elaboración propia	65
Gráfico 9. Comparación de resistencia: Mezcla patrón” Fuente: Elaboración propia.	70
Gráfico 10 “Comparación de resistencia: Mezcla gruesa sin aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	72
Gráfico 11 “Comparación de resistencia: Mezcla media sin aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	74
Gráfico 12 “Comparación de resistencia: Mezcla fina sin aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	76
Gráfico 13 “Comparación de resistencia: Mezcla gruesa con aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	78
Gráfico 14 “Comparación de resistencia: Mezcla media con aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	80

Gráfico 15 “Comparación de resistencia: Mezcla fina con aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	82
Gráfico 16 “Comparación de resistencia a la compresión: edad 7 días” Fuente: Elaboración propia.....	84
Gráfico 17 “Comparación de resistencia a la compresión: edad 28 días” Fuente: Elaboración propia.....	84
Gráfico 18 “Curva granulométrica de agregado grueso final. Mezcla Fina” Fuente: FNC.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 “Factores de corrección por tamaño máximo”. Fuente: Porrero (2009)	33
Tabla 2 “Factor de corrección ‘C ₂ ’ del cemento por tipo de agregado”. Fuente: Porrero (2009)	34
Tabla 3 “Factor de corrección ‘Ka’ de α por tipo de agregado”. Fuente: Porrero (2009).....	34
Tabla 4 “Factores de crecimiento de la resistencia” Fuente: Porrero (2009).....	37
Tabla 5 “Características de las mezclas” Fuente: Elaboración Propia.	41
Tabla 6 “Propiedades de los agregados” Fuente: FNC	57
Tabla 7 “Granulometría de agregado grueso” Fuente: Elaboración Propia	58
Tabla 8 “Comparación de diseños de mezcla (1m ³)” Fuente: Elaboración propia..	61
Tabla 9 “Comparación de diseños de mezcla” (50lts) Fuente: Elaboración propia	61
Tabla 10. “Asentamientos de mezcla día 23/08/2012” Fuente: Elaboración propia	62
Tabla 11. “Asentamientos de mezcla día 28/08/2012” Fuente: Elaboración propia	63
Tabla 12. “Asentamientos de mezcla día 29/08/2012” Fuente: Elaboración propia	63
Tabla 13 “Asentamiento promedio” Fuente: Elaboración propia	65
Tabla 14 “Resistencias mínimas esperadas” Fuente: Elaboración propia	69
Tabla 15 “Resistencia a la compresión: Mezcla patrón” Fuente: Elaboración propia	69
Tabla 16 “Resistencia a la compresión: Mezcla gruesa sin aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	71
Tabla 17 “Resistencia a la compresión: Mezcla media sin aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	73
Tabla 18 “Resistencia a la compresión: Mezcla fina sin aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	75
Tabla 19 “Resistencia a la compresión: Mezcla gruesa con aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	77
Tabla 20 “Resistencia a la compresión: Mezcla media con aditivo” Fuente: Elaboración propia.....	79

Tabla 21 “Resistencia a la compresión: Mezcla fina con aditivo” Fuente: Elaboración propia	81
Tabla 22. “Resistencias promedio” Fuente: Elaboración propia	83
Tabla 23. “Variables de evaluación. Mezclas sin aditivo”. Fuente: Elaboración propia	86
Tabla 24. “Variables de evaluación. Mezclas sin aditivo”. Fuente: Elaboración propia	86
Tabla 25. “Gradación de agregado grueso final. Mezcla Fina” Fuente: Elaboración propia	87
Tabla 26 “Dosificación final” Fuente: Elaboración propia	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 “Ensayo contenido de humedad del agregado fino”	43
Figura 2 “Clasificación por tamaño de agregado grueso”	48
Figura 3 “Ensayo de Cono de Abrams”	52
Figura 4 “Ensayo de compresión simple. Edad: 7 días”	54
Figura 5 “Ensayo de Cono de Abrams: Mezcla patrón FNC”	66
Figura 6. “Mezcla patrón ensayada a compresión a los 28 días”	71
Figura 7 “Mezcla gruesa sin aditivo ensayada a compresión a los 28 días”	73
Figura 8 “Mezcla media sin aditivo ensayada a compresión a los 28 días”	75
Figura 9 “Mezcla fina sin aditivo ensayada a compresión a los 28 días”	76
Figura 10 “Mezcla gruesa con aditivo ensayada a compresión a los 28 días”	79
Figura 11 “Mezcla media con aditivo ensayada a compresión a los 28 días”	81
Figura 12 “Mezcla Fina con aditivo ensayada a compresión a los 28 días”	82

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo especial de grado contempla la diseño y elaboración de mezclas de concreto con cemento Portland Tipo I, compuesta por agua, cemento y seis (6) agregados, de los cuales uno es el agregado fino (arena natural de río) y 5 tamaños de piedra picada como agregado grueso, estableciendo controles de granulometría de estos últimos, esto a través de ensayos de laboratorio normalizados.

Para el desarrollo de esta investigación se han dispuesto de cinco capítulos. En el Capítulo I se plantea la problemática y surgen las interrogantes que dan origen a los objetivos, por último se enuncian los aportes que brindará la investigación personalmente, para la comunidad, la universidad y la industria de la construcción.

El segundo capítulo contiene el marco teórico, en él se contempla la parte conceptual del trabajo, características y propiedades de los materiales que intervienen en el concreto, así como la descripción del método de diseño de mezclas con las ecuaciones y tablas que lo complementan. Finalmente un glosario de términos con las definiciones más importantes del tema.

Seguidamente, se presenta el capítulo III con el marco metodológico, en este se describe paso a paso el procedimiento seguido para todo lo que comprende la parte práctica, ensayos de materiales, métodos para elaboración de mezclas, características y presentación de resultados.

En el cuarto capítulo se muestran los resultados obtenidos, se analizan y discuten en respuesta a los objetivos específicos establecidos, ilustrándolos según sea pertinente, a través de tablas y gráficos comparativos para facilitar la discusión.

El quinto y último capítulo contiene las conclusiones hechas en base a los resultados obtenidos y se hacen recomendaciones generales, que sirvan para

mejorar investigaciones futuras relacionadas con el tema y con la tecnología del concreto.

Finalmente se presentan una serie de anexos en los que se muestran las hojas de las curvas granulométricas y los ensayos elaborados a los agregados así como fichas técnicas del cemento y aditivo usado en las mezclas, además de algunas fotografías tomadas en el laboratorio, material que complementa la investigación y contribuye a su fácil entendimiento.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I.1.- El problema de la Investigación

En el campo de la ingeniería civil en Venezuela, cuando se hace referencia a la construcción de obras, se piensa principalmente en concreto armado, ello por las propiedades y facilidades constructivas que ofrece frente a otros materiales; el concreto en sí está conformado por agua, cemento y agregados finos y gruesos (arena y piedra picada, respectivamente). Es necesario, a través del diseño de mezclas, alcanzar cierta resistencia y durabilidad de un elemento estructural o una estructura en conjunto para obtener determinado comportamiento. Esta resistencia radica fundamentalmente en la relación agua-cemento de la mezcla, donde los agregados juegan un papel importante, pero el cemento aporta la mayor parte y representa el componente de mayor costo.

Actualmente en el país, debido a la poca oferta de cemento, en la industria se recurre al uso de cementos tipo I o tipo II. En específico, el cemento Portland tipo I, es el de mayor producción a nivel nacional, y que proporciona tiempos de fraguado más prolongados. Sin embargo, por ser un cemento de uso general trae como consecuencia incrementar las cantidades del mismo para lograr altas resistencias y encareciendo por consiguiente los costos construcción.

Por estos motivos, se plantea en el marco de este trabajo de grado diseñar una mezcla de concreto con dosis de cemento Portland tipo I en proporciones razonables, con la adición de seis agregados con controles de granulometría, de manera que se pueda considerar como una solución a la problemática anterior.

Al estudiar esta posibilidad, surgen las siguientes interrogantes: ¿Cómo influye la granulometría y cantidad de agregados en la segregación de la mezcla obtenida experimentalmente?, ¿Debe usarse aditivos para asegurar la

trabajabilidad de la mezcla?, ¿La mezcla obtenida proporciona altos valores de resistencia?

Dichas inquietudes pretenden responderse a través de la evaluación experimental de patrones de resistencia, trabajabilidad y demás propiedades básicas, basándose en ensayos de laboratorio, a fin de establecer la viabilidad técnica de la solución propuesta.

I.2.- OBJETIVOS

I.2.1.- Objetivo General:

Diseñar una mezcla de concreto con cemento Portland Tipo I/ Tipo II, modificada con seis (6) agregados.

I.2.2.- Objetivos Específicos:

1. Verificar experimentalmente la trabajabilidad del diseño de mezcla propuesto.
2. Detectar la necesidad del uso de aditivos en la mezcla obtenida experimentalmente.
3. Definir la incidencia de la granulometría y cantidad de agregados en la segregación de la mezcla obtenida experimentalmente.
4. Verificar experimentalmente que el diseño de mezcla propuesto proporciona valores de resistencia igual o mayor a 280kgf/cm^2 .
5. Obtener la gradación de agregados con la dosis de cemento Portland que proporcione valores de resistencia igual o mayor a 280 kgf/cm^2

I.3.- JUSTIFICACIÓN

En primer lugar, es importante resaltar que se obtendrán nuevos conocimientos en el campo de la Tecnología del Concreto, puesto que con el diseño de mezcla propuesto se pretende mantener un estándar de calidad conocido, pero enfatizando los estudios de granulometría de los agregados. El desarrollo de la nueva mezcla constituye en sí una técnica de diseño que puede ser una solución alternativa en caso de que no resulte factible el uso de diseños de mezcla de alta resistencia ya establecidos.

Para la sociedad y la construcción, se busca disminuir y responder a la necesidad de utilizar mayores cantidades de cemento Portland Tipo I para alcanzar valores altos de resistencia, principalmente por la problemática actual sobre la poca disponibilidad del mismo.

De mantenerse los valores de resistencia frente a otros diseños, podría recomendarse el uso de la mezcla, lo que posiblemente permitiría disminuir los costos de construcción de concreto armado. Sin embargo, el uso de la misma queda a decisión de cada contratista.

Para la Universidad, el trabajo realizado continuará promoviendo el estudio en el campo de investigación de la tecnología del concreto, a fin de mejorar y consolidar conocimientos específicos sobre la granulometría de los agregados de una mezcla y por otra parte servirá de base para el desarrollo de futuras investigaciones afines.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Los estudios sobre mezclas de concreto y su resistencia se han desarrollado con anterioridad. Sin embargo, antes de proceder a ello se hace necesario conocer el concepto, características y propiedades básicas del concreto. En principio se discute sobre la composición del mismo, haciendo énfasis en las características del cemento y los agregados y su influencia en las propiedades de la mezcla.

Entre toda la extensión de campos que abarca la ingeniería civil, se encuentran los sistemas estructurales, demás está decir que son innumerables los materiales y las técnicas utilizadas para la concepción de las obras que entran en dicha clasificación, entre los más destacados se encuentran la madera, el acero, el concreto armado, la combinación de ellos y otros.

Cada país adapta su tendencia constructiva a los recursos que posee y a lo que le aporte un estándar de calidad por el menor costo posible. En Venezuela, el material por excelencia y economía es el concreto armado, la normativa nacional está dirigida principalmente a ello, así como la formación de los especialistas en la construcción.

El concreto armado es una combinación de concreto con barras estriadas de acero, la razón al uso de la misma reside en lo bien que trabajan en conjunto, el concreto aporta la resistencia a la compresión, mientras que el acero por su lado hace oposición a la tracción, ambos materiales son de igual importancia y merecen especial atención para su buen funcionamiento y en especial a la hora del mantenimiento. En el país se producen tanto barras de acero, como concreto.

II.1.- EL CONCRETO.

Una mezcla de concreto está conformada básicamente por cemento, agua, agregados y una porción de aire. El cemento es el componente activo del concreto e influye en todas las características del mismo. Sin embargo, apenas representa de un 10% a 20% del peso total, por lo que el resto de los componentes también son responsables en el desarrollo de las propiedades del cemento. Es importante señalar que la calidad de los agregados juega un papel importante en el desarrollo de una mezcla de concreto.

En general, las características más importantes del concreto son su grado de movilidad o trabajabilidad y la resistencia. La primera suele medirse con ensayos que evalúan el grado de plasticidad de la mezcla en estado fresco, la segunda, mediante ensayos mecánicos normalizados de tracción y mayormente compresión en estado endurecido. Sin duda, ambas propiedades son de vital importancia para el uso de una mezcla de concreto en obra.

Otra característica que debe tomarse en cuenta es la retracción, proceso de pérdida de volumen que sufre el material con el tiempo, debido principalmente a la pérdida parcial de agua en las primeras horas y que puede llegar a producir grietas en el material. (Porrero, 2009). Estas grietas pueden perjudicar significativamente el elemento, al percolar a través de ellas humedad o cualquier otro agente ambiental externo que sea susceptible de ocasionar corrosión a las barras de acero de refuerzo o daños a la estructura de concreto.

La selección de las proporciones del concreto exige un balance entre un costo razonable y las exigencias de colocación, resistencia, durabilidad, dureza, densidad y apariencia. Las características requeridas están gobernadas por el uso que se le dará al concreto y por las condiciones que se espera encontrar en el momento del vaciado. Estas están a menudo pero no siempre, reflejadas en las especificaciones de la obra.

La capacidad para adaptar las propiedades del concreto a las necesidades de la obra, son el reflejo de los desarrollos tecnológicos que han tenido lugar, en su mayor parte, desde el principio de siglo. El uso de la relación agua/cemento como herramienta para estimar las resistencia fue determinada alrededor de 1918. En 1940 se obtuvieron grandes mejoras en la durabilidad como resultado de la incorporación de aire. Estos dos desarrollos significativos en la tecnología del concreto han sido aumentados por investigaciones extensivas o mediante el desarrollo de muchos aspectos relacionados, incluyendo el uso de aditivos para contrarrestar posibles deficiencias, desarrollar las propiedades especiales y lograr economía. (Rosario, Rodríguez, Acevedo, Porrero, Espinoza; 1980).

Un diseño de mezcla de concreto consiste en, a través de ciertas reglas y procedimientos de cálculos, estimar las proporciones de los componentes que resulte óptima o satisfactoria para cada caso en particular.

El mezclado se realiza a través de máquinas denominadas mezcladoras, cuya capacidad y características varían dependiendo de las necesidades de producción de cada institución. Incluso, puede mezclarse a mano cuando se trata de construcciones menores que requieren pequeñas cantidades de concreto.

El concreto, por ser un material tixotrópico, se encuentra, en estado fresco, con consistencia fluida durante el proceso de mezclado, por su parte, una vez colocado en los moldes o encofrados donde no sufre movimiento y al transcurrir cierto tiempo, se atiesa naturalmente, lo cual se denomina Fraguado; por lo que es de suma importancia controlar que no se endurezca durante el proceso de mezclado y transporte.

En este proceso de atiesamiento del material, el cemento reacciona con el agua absorbiéndola, por lo que es común, recomendable y ciertamente obligatorio seguir aplicando agua al concreto en estado endurecido, lo cual se denomina “curado” a fin de evitar la pérdida de volumen del elemento y/o sistema estructural.

II.2.- EL CEMENTO.

El cemento portland es la denominación específica del cemento con fines estructurales, es el componente más costoso de la mezcla, pero en comparación a otros materiales, sigue siendo el más rentable ya que se obtiene a partir de materias primas abundantes en la naturaleza; se produce a través de la combinación química de sílice y alúminas con cal, la misma tiene lugar en la materia molida y se lleva al punto de semifusión, el producto obtenido se denomina “clínquer” y constituye los trozos que deben ser molidos con una porción de yeso, a fin de regular el tiempo de fraguado.

A fines prácticos, el cemento está constituido básicamente por cuatro componentes:

- Silicato tricálcico (C_3S)
- Silicato dicálcico (C_2S)
- Aluminato tricálcico (C_3A)
- Ferroaluminato tetracálcico (C_4FA)

En el valor de un kilogramo de este material se debe considerar el costo de la extracción de los materiales, dos moliendas a un grado de finura, una cocción a elevada temperatura (aproximadamente $1450\text{ }^{\circ}\text{C}$), el control estricto de los procesos, la homogeneización, los cuidados ambientales, etc. (Porrero, 2009)

Existen cinco (5) tipos de cemento producto de la combinación de las proporciones de las materias que componen el cemento: tipo I para uso general, II resistente a ataques de sulfatos y bajo calor de hidratación, tipo III que proporciona altas resistencias iniciales con bajos tiempos de fraguado, IV muy resistente a los sulfatos y tipo V con muy bajo calor de hidratación. El de uso más extendido corresponde al tipo I, en Venezuela específicamente el uso de cemento tipo II y III es restringido, y la situación actual de producción de cemento en el país, limita mucho más su uso. Sin embargo, la proyección de estructuras no se detiene y el desarrollo de las mismas es cada vez más acelerado; en muchas

obras, se hace necesaria la obtención de altas resistencias, por requerimientos de proyecto o por rapidez de construcción.

Los cementos con rápido desarrollo de resistencias se basan en mayores cantidades de cal, mientras que los de calor de hidratación bajo y resistencia se fundamentan en la disminución de alúmina y cal, por lo que para los cementos con mayor resistencia a los sulfatos, el contenido de alúminas debe ser aun menor. Sin embargo, en estos cementos se produce una fácil percolación de cloruros afectando el refuerzo de acero en el caso de concreto armado.

Las características del cemento pueden ser modificadas con la adición de algunos compuestos como escoria el cual al enfriarse bruscamente por inmersión en agua y posteriormente molido, actúa como cemento; y puzolanas, siendo estas últimas materiales silicios o aluminio-silicios que por sí solos no poseen características cementicias pero al ser molidos finamente y en presencia de humedad las adquieren. La escoria puede ser más de un 50% de la composición total del cemento, mientras que las puzolanas varían de un 15 al 30%. Algunas de las características transmitidas son:

- Reducción del calor de hidratación
- Fortalece la capacidad de resistir ataques químicos
- Disminuye la filtración de cloruros
- Producen un desarrollo más lento de las resistencias mecánicas

II.3.- LOS AGREGADOS

Los agregados, también llamados áridos, son materiales pétreos que abaratan la mezcla, pero también comunican otras propiedades como restringir la retracción y facilitan el encofrado de la mezcla manteniendo su homogeneidad, es decir, lo hace trabajable. Sin embargo, estas propiedades son opuestas entre sí, una mezcla con poca pasta de cemento no posee retracción, es menos costosa más no trabajable, y una mezcla con pocos granos y mucha pasta es más trabajable

pero eleva los precios de la misma. Por ello, en la práctica constructiva se deben satisfacer ambas condiciones, seleccionando agregados que puedan deslizarse entre sí, y agregando la cantidad de pasta que lubrique adecuadamente la mezcla. Al buscar dicho efecto con la menor cantidad pasta con baja relación agua/cemento, los granos deben ser de distintos tamaños, existe un margen amplio de tolerancia para el establecimiento de los mismos e influyen la forma y características de superficie de los agregados, es decir, para cada tipo se cuenta en teoría con una distribución granulométrica.

El concreto está constituido por aproximadamente entre un 70% y 80% de su peso por agregados, por lo que se consideran decisivos en la calidad del producto, un concreto económico y de calidad debe constituirse con agregados limpios y con límites de granulometría adecuados. Un estudio competente de los agregados debe proveer información sobre cada ensayo señalado: granulometría y tamaño máximo, materia orgánica, absorción de agregados finos y gruesos, fragilidad, disgregabilidad de sulfatos, sales acompañantes, reactividad potencial y mezclas de prueba.

En casos especiales, es imprescindible un estudio más específico de las posibilidades granulométricas, en particular cuando se pretende obtener altos valores de resistencia, ya que se busca cualquier aporte a la calidad de la mezcla, ya sea de los materiales o de las condiciones de producción del concreto. Es allí cuando el uso de una curva granulométrica más afinada cobra mayor importancia y atención, es posible obtener ventajas aprovechando también las características del material; la curva puede o no caer dentro de los límites comunes. No obstante, un refinamiento de la curva tiene cabida cuando el proceso de controles de calidad es riguroso, el agregado debería entonces introducirse a la mezcla siempre con su granulometría exacta, puesto que una variación anularía el efecto deseado.

Cuando se busca la optimización de un agregado, es obligatorio llevar a cabo pruebas prácticas de laboratorio, elaborando mezclas de concreto con distintas gradaciones del agregado; el número de estas pruebas puede reducirse una vez

que se conozcan las características del material a trabajar. Estas características, influyen directamente sobre la resistencia del concreto.

Cuando se aumenta el tamaño máximo, el manejo de la mezcla es más difícil y es posible el efecto de segregación, aunque el concreto se hace menos costoso porque se requiere menos pasta, o se puede trabajar la misma cantidad de cemento con menos agua, obteniendo así mayores resistencias. Sin embargo, los tamaños grandes son perjudiciales, debido a que la distribución de esfuerzos y fractura son desfavorables. El exceso de granos de tamaños medios induce a la segregación y la ausencia de ellos obliga al uso de mayores cantidades de pasta. De allí la importancia de un adecuado escalonamiento granulométrico. Una consideración especial que se toma es dividir el agregado en fracciones, cada una con un rango específico; mientras más se divida al agregado es mayor la probabilidad de mantener su curva granulométrica exacta para cada mezcla; el caso extremo consistiría en dividir el material en tantos tamices se usen para su análisis, de ese modo sería posible reproducir una y otra vez la curva seleccionada.

En la práctica, es común dividir el material en dos porciones, agregado grueso, bien sea piedra picada o canto rodado, y agregado fino o arena; al buscar refinar el control de calidad del agregado, es necesario aumentar significativamente el número de fracciones, para así mejorar la calidad de la mezcla de concreto.

Los requerimientos granulométricos de los agregados implican heterogeneidad: el producto con su gradación de tamaños y sin un vehículo que los una es susceptible de segregarse por los movimientos requeridos para su manejo.

La superficie de los agregados juega un papel importante en la adherencia de estos con la pasta de cemento y por lo tanto, en el desarrollo de la resistencia de la mezcla. Al tener una superficie rugosa, aunque se necesite mayor cantidad de pasta para su adecuada lubricación, se logra mejor unión entre esta y los áridos, disminuyendo las posibilidades de que la mezcla falle a compresión por mala

adherencia de los agregados. Por esta razón es común usar como agregado grueso piedra picada y no canto rodado, ya que este último posee una superficie casi totalmente lisa por los efectos de arrastre del río. (Rosario, Rodríguez, Porrero, Espinoza 1980)

La segregación puede anular los efectos de una buena granulometría, por ello se requiere un cuidado continuo al respecto, y se toman además disposiciones especiales, de entre las cuales se emplea usualmente la de tener el agregado dividido en fracciones, cada una de las cuales incluye un rango de tamaño distinto.

Se ha comprobado experimentalmente que la densidad de la mezcla influye en la resistencia del concreto. Un concreto con piedra, arena, cemento y agua considerados en forma normal tiende a generar orificios dentro de la mezcla. La eliminación de estos intersticios se puede controlar mediante el uso de granulometrías más variadas. El concreto con cuatro (4) agregados tiende a ser más denso que el concreto con dos (2) agregados. Bajo este principio se puede concluir que el uso de mayor cantidad de agregados traerá como consecuencia aumento en la densidad y por supuesto aumento en los valores de resistencia de la mezcla. (Ing. Iván J. Rodríguez R.).

Es importante tener en cuenta que a medida que el agregado grueso sea de menor tamaño se requerirá una mayor cantidad de pasta para cubrir totalmente la superficie del mismo. El hecho de utilizar áridos de menor tamaño, sin ajustar la cantidad de cemento y agua de la mezcla implica disminuir la trabajabilidad por tener menos proporción de pasta para lubricar una mayor superficie de agregados, del mismo modo, en caso de aumentar la cantidad de cemento, produciría un aumento en la retracción.

II.4.- AGUA

Es imprescindible en el mezclado, fraguado y curado del concreto. El agua de mezclado en conjunto con el cemento forma la pasta que lubrica los agregados, y

al hidratarlo dan paso al fraguado, desde su estado plástico, endurecimiento hasta el desarrollo de resistencias. Una vez compactado el concreto una fracción de agua se evapora, esta es la responsable de la retracción, facilitando la entrada de agentes agresivos, por lo cual es necesario proporcionar un ambiente saturado a fin de mantener una reserva de agua durante el fraguado.

II.5.- ADITIVOS

El uso de aditivos presenta ciertas ventajas, sin embargo, es necesario tomar precauciones antes de su utilización, como el aumento de controles de calidad que estos demandan. No se deben dosificar de manera exagerada y se deben seguir con cautela las indicaciones técnicas del fabricante, este último está en la obligación de recomendar dosis ideales y máximas, que brinden un rango de trabajo aproximado y permitan al cliente establecer la proporción específica para cada condición. Las dosis de aditivos se expresan en cantidades porcentuales en función del peso del cemento, entre 0,1% hasta 5% del mismo. Es importante señalar que una vez evaluada la conveniencia del uso de aditivos, se debe complementar con un buen diseño de mezcla y con los materiales adecuados.

En Venezuela, la Norma COVENIN 356 *“Aditivos utilizados en el concreto. Especificaciones”* clasifica los aditivos por sus efectos sobre las mezclas de concreto:

Tipo A: Reductores de agua. Reducen al menos un 5% el agua requerida, logrando concretos de igual consistencia a la referencia, aumentando su resistencia.

Tipo B: Retardadores. Retardan el fraguado del concreto.

Tipo C: Aceleradores. Aceleran el fraguado y la resistencia inicial del concreto.

Tipo D: Reductores de agua y retardadores. Reducen al menos un 5% el agua requerida, logrando concretos de igual consistencia a la referencia, retardan el fraguado y aumentan su resistencia.

Tipo E: Reductores de agua y aceleradores. Reducen al menos un 5% el agua requerida, logrando concretos de igual consistencia a la referencia, acelerando el fraguado y acelerando el desarrollo de su resistencia inicial y final.

Tipo F: Reductores de agua de alto rango. Reducen al menos un 15% el agua requerida, logrando concretos de igual consistencia a la referencia, aumentando su resistencia.

Tipo G: Reductores de agua de alto rango y retardadores. Reducen al menos un 15% el agua requerida, logrando concretos de igual consistencia a la referencia, retardando el fraguado y aumentando su resistencia.

Tipo H: Reductores de agua de alto rango y aceleradores. Reducen al menos un 15% el agua requerida, logrando concretos de igual consistencia a la referencia, acelerando el desarrollo de su resistencia inicial y final.

Son numerosos los aditivos que se encuentran actualmente en el mercado, entre los que se pueden nombrar está el POLYHEED 755, un aditivo líquido, listo para usarse, reductor de agua de rango medio que mantiene su trabajabilidad en ambientes con altas temperaturas. POLYHEED 755 cumple con las especificaciones COVENIN 356 y ASTM C-494 Tipo A y D dependiendo de la dosis. Se aplica en un rango como aditivo tipo A de 2 a 4 cc por kg de material cementante y como aditivo tipo D de 5 a 12 cc por kg de material cementante.

II.6.- DISEÑO DE MEZCLAS

Se conoce como diseño de mezclas al procedimiento mediante el cual se calculan las cantidades que debe haber de todos y cada uno de los componentes que intervienen en una mezcla de concreto, para obtener de ese material el

comportamiento deseado tanto en estado fresco como en estado endurecido. (Porrero, Ramos, Grases y Velazco 2009). Mediante este proceso se determinan las proporciones de agua, cemento, agregados, aditivos e incluso el aire que estará contenido dentro de la mezcla. Además, el diseño permite realizar análisis teóricos acerca de la influencia que el tipo de materiales y las cantidades de los mismos puedan tener sobre el concreto.

Por lo general, el diseño se realiza para un metro cúbico de mezcla, por lo que las proporciones suelen expresarse en kilogramos por metro cúbico (kgm/m^3).

En la actualidad existe un gran número de métodos para el diseño de mezclas de concreto y pueden llegar a tener entre sí tener amplias diferencias en los resultados ya que cada uno maneja diferentes variables o las maneja de manera distinta. Un buen método para diseño de mezclas es aquel que sea lo preciso y exacto posible, pero sin dejar de ser de fácil manipulación de sus variables y elaboración de cálculos. Así mismo es importante señalar que ningún método de diseño resulta perfecto, debido a que son numerosas las variables que intervienen en él y por lo general se basan en fórmulas empíricas producto de cuantiosos ensayos de laboratorio.

Para el diseño de mezcla se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

- Se determinará la relación agua/cemento (α) mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha = 3.147 - 1.065 * \text{Log } R_{28} \quad [\text{Eq. 1}]$$

Considerando que R_{28} : f'_{cr} (Resistencia a la compresión a los 28 días)

La relación de agua/cemento será corregida con el tamaño máximo (K_R) y el tipo agregado (K_A) que sean utilizados, se manejará la siguiente relación:

$$\alpha = \alpha * K_R * K_A \quad [\text{Eq. 2}]$$

- Debe definirse una medida de asentamiento (T), el cual para nuestro caso de investigación será 4". Sin embargo, para un trabajo en campo viene dado por los requerimientos de colocación y transporte de la mezcla.
- Luego se calcula la cantidad de cemento necesario tomando en cuenta la relación triangular a través de la ecuación:

$$C = \frac{K * T^n}{\alpha^m} \left(\frac{kgf}{m^3} \right) \quad [\text{Eq. 3}]$$

Y debe ser corregida de la siguiente manera:

$$C_c = C * C_1 * C_2 \quad [\text{Eq. 4}]$$

Donde:

T: Asentamiento en centímetros.

k, m, n: constantes que dependen de las características de los materiales

C₁: Factor de Corrección tamaño máximo.

C₂: Factor de Corrección tipo de agregado

A continuación se presentan las tablas con los respectivos factores de corrección por tipo de agregado y cemento y tamaño nominal máximo.

Tabla 1 "Factores de corrección por tamaño máximo". Fuente: Porrero (2009)

T. máximo (pulg)	Corrección de α "Kr"	Corrección de Cemento "C ₁ "
3	0,74	0,82
2 1/2	0,78	0,85
2	0,82	0,88
1 1/2	0,91	0,93
1	1,00	1,00
3/4	1,05	1,05
1/2	1,10	1,14
3/8	1,30	1,20
1/4	1,60	1,33

Tabla 2 “Factor de corrección ‘C₂’ del cemento por tipo de agregado”. Fuente: Porrero (2009)

Gruesos / Finos	Triturados	Semitriturados	Canto Rodado
Arena Natural	1,00	0,93	0,90
Arena Triturada	1,28	1,23	0,96

Tabla 3 “Factor de corrección ‘Ka’ de α por tipo de agregado”. Fuente: Porrero (2009)

Grueso / Finos	Triturados	Semitriturados	Canto Rodado
Arena Natural	1,00	0,97	0,91
Arena Triturada	1,14	1,10	0,93

- El volumen de aire presente en la mezcla puede calcularse de manera aproximada con la expresión:

$$V = \frac{C_c}{T_m} \left(\frac{\text{litros}}{m^3} \right) \quad [\text{Eq. 5}]$$

Donde:

T_m: Tamaño máximo del agregado grueso.

Cantidad de agua estimada.

$$a = C_c * \alpha_c \left(\frac{kgf}{m^3} \right)$$

Una vez establecidas las cantidades de agua y cemento necesarios para la mezcla se procede a determinar las porciones de agregados. En primer lugar contenido de arena en relación con el agregado total (β)

$$\beta = \frac{A}{(A + G)} \quad [\text{Eq. 6}]$$

Peso específico de los agregados combinados

$$\gamma_{(A+G)} = \gamma_G * (1 - \beta) + \gamma_A * \beta \quad [\text{Eq. 7}]$$

De esta manera, la cantidad total de los agregados se determina:

$$A + G = \gamma_{(A+G)} * (1000 - 0.3 * Cc - a - V) \quad [\text{Eq. 8}]$$

Se calculará la cantidad de agregado fino

$$A = (A + G) * \beta \quad [\text{Eq. 9}]$$

La cantidad de agregado grueso se calculará mediante:

$$G = (A + G) * (1 - \beta) \quad [\text{Eq. 10}]$$

Luego se calculará el peso saturado con superficie seca del agregado fino y grueso para así realizar la corrección por humedad

$$A_{SSS} = \frac{A * (100 + Ab_A)}{100 + W_A} \quad [\text{Eq. 11}]$$

Donde:

A: peso húmedo del agregado fino.

Ab_A: absorción del agregado fino.

W_A: humedad del agregado fino.

$$G_{SSS} = \frac{G * (100 + Ab_G)}{100 + W_G} \quad [\text{Eq. 12}]$$

Donde:

G: peso grueso del agregado húmedo.

Ab_G: absorción del agregado grueso.

W_G: humedad del agregado grueso.

Para finalizar se calculará la cantidad de agua corregida por humedad que se utilizará para la realización de la mezcla, ya que los agregados absorben cierta cantidad de agua, esto de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$a_m = a + (A_{SSS} - A) + (G_{SSS} - G) \quad [\text{Eq. 13}]$$

Donde:

a : Cantidad de agua estimada.

II.7.- COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

El endurecimiento del concreto inicia con el atiesamiento del fraguado y continúa luego con una evidente ganancia de resistencia, al principio de forma rápida y, a medida que transcurre el tiempo, disminuyendo la velocidad.

La velocidad de desarrollo de la resistencia mecánica depende de numerosas variables y resultan muy diferentes entre unos y otros concretos. De estas variables, las más importantes pueden ser: i) la relación agua/cemento, que cuando más baja sea más favorece a la velocidad; ii) la composición y finura del cemento; iii) la calidad intrínseca de los agregados; iv) las condiciones de temperatura ambiental y; v) la eficiencia del curado.

Si no se han investigado con antelación los índices particulares del crecimiento de resistencia de un concreto, resulta arriesgado y con frecuencia conduce a errores graves, el tratar de controlar un concreto con base en los resultados de los ensayos a edades tempranas. Si hay preocupación por la calidad que pueda llegar a alcanzar una mezcla cuando cumpla los 28 días es preferible elaborar, manejar y curar el concreto de acuerdo con todos los conocidos principios de la buena práctica, pues ello es suficiente garantía de calidad. El ensayo a los 28 días servirá como una comprobación al buen trabajo efectuado (Porrero, 2009).

En la mayoría de los países la edad normativa a la que se evalúa la resistencia a la compresión es la de 28 días, aunque hay una importante tendencia para llevar esa fecha a la de 7 días. Es frecuente determinar esta resistencia en períodos de tiempo distintos a los 28 días, pero suele ser con un propósito meramente informativo. Esta edad se eligió en los momentos en que se empezaba a estudiar a fondo la tecnología del concreto por razones técnicas y prácticas. Técnicas porque, para los 28 días, ya el desarrollo de resistencia está adelantado en gran proporción y para la tecnología de la construcción esperar ese tiempo no afectaba significativamente la marcha de las obras. Prácticas porque es un múltiplo de días de la semana y evita tener que ensayar en un día festivo, un concreto vaciado un día laborable. Pero las razones técnicas han cambiado sustancialmente porque con los métodos constructivos actuales, 28 días puede significar un decisivo adelanto de la obra por encima de volúmenes del concreto cuya calidad desconoce. (Porrero 2009).

En la tabla 4 se muestran valores de correlación para llevar la resistencia de cierta edad a la correspondiente a 28 días

Tabla 4 “Factores de crecimiento de la resistencia” Fuente: Porrero (2009)

Edad (días)	Factor
1	1,40 a 6,0
3	1,20 a 2,50
7	1,10 a 1,60
28	1

II.8.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Aditivos:** Materiales diferentes al cemento, agregado o agua que se incorporan en pequeñas cantidades al concreto, antes, o durante su mezcla, para modificar algunas de las propiedades sin perjudicar la durabilidad.
- **Asentamiento:** Proceso natural mediante el cual los componentes más pesados de la mezcla, cemento y agregados, tienden a descender por efectos gravitatorios.
- **Calor de hidratación:** Es la cantidad de calor en calorías por gramo de cemento liberado durante el proceso de hidratación, debido a reacciones físico-químicas en un periodo definido de tiempo
- **Densidad:** Es la relación del volumen ocupado por unidad de masa de un material determinado
- **Diseño de Mezcla:** Procedimiento mediante el cual se calculan las cantidades de todos los componentes de una mezcla de concreto para alcanzar el comportamiento deseado.
- **Disgregabilidad:** Sensibilidad de los agregados para reaccionar con los sulfatos.
- **Durabilidad:** Capacidad del concreto de resistir la acción de factores que pueden quitarle su capacidad de servicio, tales como, el helado-descongelado, el mojado-secado, el calor y enfriamiento, agentes químicos, entre otros.
- **Escoria:** Producto no metálico constituido esencialmente por silicatos de aluminio, silicatos de calcio y otras bases presentes durante la fase de fundición en alto horno, conjuntamente con el material hierro.
- **Exudación:** Flujo de agua espontáneo en el concreto fresco hacia la superficie, debido a la compactación y asentamiento de los sólidos.
- **Fraguado:** Es el proceso mediante el cual, luego de la mezcla del cemento con el agua de amasado, el concreto pierde plasticidad, ocurriendo un atiesamiento del material.

- **Granulometría:** Distribución de los tamaños (diámetros) de los granos que constituyen un agregado.
- **Módulo de elasticidad:** Es la relación entre la tensión normal y la correspondiente deformación unitaria, para tensiones de tracción y compresión inferiores al límite de proporcionalidad del material.
- **Permeabilidad:** Capacidad que tienen los materiales para dejar atravesar o no el agua a través de ellos.
- **Relación agua/cemento:** Es la relación entre el peso del agua “ α ” y el peso del cemento “ c ” contenido en la pasta presente en la mezcla.
- **Resistencia:** Término para asignar la habilidad de un material para soportar deformaciones o roturas por fuerzas externas.
- **Retracción:** Pérdida de volumen debido a la absorción del agua por parte del cemento.
- **Segregación:** Separación de los distintos componentes de una mezcla de concreto o de mortero fresco durante el transporte o colocación.
- **Plastificante:** Aditivos reductores de agua con acción plastificante; facilita incrementos del asentamiento sin segregación, ni incorporación de aire atrapado.
- **Tamaño máximo:** Es la abertura del tamiz de malla menor a través del cual puede pasar como mínimo el 95% del agregado.
- **Trabajabilidad:** Representa la facilidad de la colocación de la mezcla de concreto en los moldes o encofrados.
- **Vaciado:** Proceso de llenar los moldes o encofrados con concreto

Fuente:

Porrero, Ramos, Grases y Velazco (2009)

Rosario, Rodríguez, Porrero y Espinoza (1980)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

El presente trabajo especial de grado corresponde a una investigación experimental, se diseñó una mezcla de concreto con un control granulométrico de seis (6) agregados, para obtener valores de resistencia igual o mayor a 280 kgf/cm², lo cual se comprobó a través de diferentes ensayos de laboratorio, estipulados por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) así como contenidos en el manual de Ensayos de Laboratorio y Especificaciones de agregados de concreto del Comité Conjunto del Concreto Armado (1976).

III.1.- Características de las mezclas.

El procedimiento consistió en elaborar 7 mezclas de concreto, cada una con las mismas cantidad de agregados modificando la granulometría de los gruesos y manteniendo la relación agua-cemento, valores obtenidos en el diseño de mezclas; se obtuvo 3 gradaciones de agregado grueso, por lo tanto se concibió la idea de hacer 3 mezclas diferentes partiendo de un diseño propio, más una considerada patrón con agregados convencionales sin modificar su gradación (arena natural de río y piedra picada), cuyo diseño proviene de la Fábrica Nacional de Cementos (FNC), de manera de establecer comparaciones entre las mezclas con control granulométrico y una con los agregados tal como provienen de la cantera. Además, se repitieron las 3 mezclas iniciales con la aplicación de un aditivo plastificante, a fin de mejorar los asentamientos en caso de ser necesario y por lo tanto la trabajabilidad de las mismas.

Las siete (7) mezclas de concreto, se presentan a continuación y en la tabla 5 sus características:

1. Mezcla gruesa sin aditivo.
2. Mezcla media sin aditivo.
3. Mezcla fina sin aditivo.
4. Mezcla gruesa con aditivo.
5. Mezcla media con aditivo.
6. Mezcla fina con aditivo.
7. Mezcla patrón.

Tabla 5 “Características de las mezclas” Fuente: Elaboración Propia.

Mezcla	Agregado Grueso	Agregado Fino	Aditivo	Diseño
1	Grueso	Sin Gradar	NO	Propio
2	Medio	Sin Gradar	NO	Propio
3	Fino	Sin Gradar	NO	Propio
4	Grueso	Sin Gradar	POLYHEED-755	Propio
5	Medio	Sin Gradar	POLYHEED-755	Propio
6	Fino	Sin Gradar	POLYHEED-755	Propio
7 (Patrón)	Sin Gradar	Sin Gradar	POLYHEED-755	FNC

Estas siete mezclas se hicieron por triplicado repitiendo de manera idéntica las condiciones de elaboración de cada una para tener mayor número de datos y poder realizar análisis y conclusiones con mejor precisión, y minimizar posibles errores

Resulta importante señalar el hecho que esta investigación fue concebida con la posibilidad de utilizar cemento portland Tipo I ó Tipo II, ya que ambos ofrecen características similares en cuanto al desarrollo de resistencia de la mezcla, propiedad de principal atención y estudio del presente trabajo especial de grado. Al haber tenido la oportunidad de realizar los ensayos y estudios de tipo prácticos en la Fábrica Nacional de Cementos se contó con la disponibilidad de cemento Portland Tipo I para la elaboración de las mezclas.

El primer paso para la elaboración de todo lo que comprende la parte práctica de esta investigación fue la caracterización de los agregados, para conocer las propiedades que permitan realizar el posterior diseño de mezclas.

III.2.- Ensayos de agregados.

A continuación se describe el procedimiento seguido para la elaboración de los diferentes ensayos hechos a los materiales, según lo establecido en las normas venezolanas COVENIN correspondientes:

- **Granulometría del agregado fino. COVENIN 255:1998** (Agregados. Determinación de la composición granulométrica):

En este ensayo se seca la muestra durante 24 horas y se toma una porción para el ensayo 500g. La misma es pasada por tamices de diferentes aberturas según el tamaño de granos a utilizar. Para la realización de la curva correspondiente se trabajará con la norma COVENIN 277:2000 (Concreto. Agregados. Requisitos).

- **Granulometría del agregado grueso. COVENIN 255:1998** (Agregados. Determinación de la composición granulométrica):

Se utiliza una muestra de 20 kgm y al igual que el agregado fino, posteriormente se seca por 24 horas antes de la aplicación del ensayo.

- **Contenido de humedad del agregado fino y del agregado grueso:**

En primer lugar se pesa una cantidad de cada una de las muestras, teniendo el representativo del peso húmedo (W_w), luego se coloca cada porción en el horno a 110 °C durante 24 horas y se obtiene el peso de ambas porciones esta vez totalmente secas (W_s). De esta manera se obtiene el contenido de humedad de la muestra, expresado en porcentaje, a través de la expresión siguiente:

$$\omega = \frac{W_{\omega}}{W_s} \times 100 \quad [Eq. 14]$$

En la figura 1 se presenta una imagen donde se observa el ensayo de contenido de humedad del agregado fino



Figura 1 “Ensayo contenido de humedad del agregado fino”

- **Peso específico y absorción del agregado fino. COVENIN 270:1998** (Agregados. Extracción de muestras para morteros y concreto):

Se extiende la muestra húmeda sobre una superficie plana exponiéndola a una corriente de aire tibio y revolviendo con frecuencia hasta lograr un secado uniforme (Norma COVENIN 268:1998 “Agregado Fino. Determinación de la densidad y absorción”). Para obtener así el peso de la muestra saturada con superficie seca (SSS). Luego de este procedimiento, se procede a pesar el picnómetro lleno de agua. Se introduce la SSS, y se añade agua hasta un 50%, 75% y 100% de la capacidad del picnómetro.

Para finalizar, se pesa el picnómetro con la muestra y esta última se extrae, secándola y se pesará nuevamente. Así es posible determinar el Peso específico SSS a través de la ecuación:

$$\gamma_s = \frac{W_1}{(W_a + W - W_p)} \quad [Eq. 15]$$

Donde:

γ_s : Peso específico saturado con superficie seca.

W_a : peso del picnómetro con agua.

W : peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca.

W_1 : peso en el aire de la muestra seca.

W_p : peso del picnómetro con la muestra y el agua.

Por su parte, para determinar el porcentaje de absorción se aplica la siguiente ecuación:

$$A\% = \frac{W}{W_1} \times 100 \quad [Eq. 16]$$

Donde:

A : porcentaje de absorción.

W : peso húmedo de la muestra saturada con superficie seca.

W_1 : peso en el aire de la muestra seca.

- **Peso específico y absorción del agregado grueso. COVENIN 270:1998**
(Agregado grueso. Determinación de las densidades y absorción):

Se toma una muestra y se sumerge en agua durante 24 horas para saturarla por completo incluyendo los espacios vacíos, seguidamente se remueve el agua y se seca la superficie de los granos, a fin de estimar su peso en una balanza.

Posteriormente, se sumergió en agua la muestra, se retoma el peso de la muestra de agua a temperatura de 23°C aproximadamente, agitando previamente dicho recipiente a fin de expulsar el aire atrapado.

Finalmente, se seca al horno y se vuelve a pesar. Con los valores que se obtienen y aplicando las ecuaciones establecidas en la norma, se determinan las diferentes densidades y la absorción.

Para determinar el peso específico saturado con la superficie seca (λS), se aplicará la siguiente ecuación:

$$\lambda S = \frac{W_2}{(W_2 - W_3)}$$

Donde

λS : peso específico saturado con superficie seca.

W_2 : peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca.

W_3 : peso en el agua de la muestra saturada

El porcentaje de absorción (A) viene dado por la siguiente ecuación:

$$A\% = \frac{W}{W_1} * 100$$

Donde:

A%: porcentaje de absorción expresado en porcentaje.

W: peso húmedo de la muestra saturada con superficie seca.

W_1 : peso en el aire de la muestra seca.

- **Peso Unitario suelto y compacto del agregado fino y grueso. COVENIN 263:1978** (Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado):

Para la determinación del peso unitario suelto se deja caer la muestra de cada material sobre cada recipiente normalizado y se llena hasta el tope, tomando la medida del peso. Asimismo, para la determinación del peso unitario compacto, se procede a llenar el recipiente (el volumen del recipiente deberá ser calculado) en tres capas compactadas a 25 golpes con la barra de metal, y enrasando al final para luego tomar su peso.

El peso unitario en ambos casos resulta del cociente del peso respectivo entre el volumen del recipiente.

III.3.- Diseño de mezclas

Una vez conocidas las propiedades más importantes de los agregados, fue posible realizar el diseño de mezclas.

Para el diseño de la mezcla se siguió el método propuesto por Porrero, Ramos, Grases y Velasco (2009), el cual tiene suficiente sustentabilidad técnica, comprobado en laboratorios y mediante el cual se obtienen resultados bastante acertados. Este método resulta muy completo ya que maneja variables importantes tales como: relación agua/cemento, la trabajabilidad, resistencia, volumen de aire, dosis de cemento entre otras; además de ofrecer factores de corrección para diferentes granulometrías, y tipos de agregados, sin restringir o limitar este aspecto.

El agregado grueso, piedra picada, era proveniente de Melero en Charallave, mientras que el agregado fino, arena natural de río, de Aponte en Caucagua, ambas localidades ubicadas en el Edo. Miranda.

Ya que el material utilizado para la elaboración de estas mezclas fue piedra picada, arena natural de río, cemento Tipo I y agregado grueso con tamaño nominal máximo 1", todos los factores de corrección son igual a la unidad, en caso de no haber sido así, aplicarían las correcciones pertinentes para cada caso.

Al estudiar todo lo que comprende la realización de este diseño de mezclas, se evidencia la gran cantidad de variables presentes, tales como el asentamiento, las posibles granulometrías a emplear, así como los tamaños de grano, la proporción de agregados finos con respecto al agregado grueso (relación β), la cantidad de aditivo, entre otras. Por este motivo se tomaron las siguientes premisas:

- El agregado grueso se dividió en 5 fracciones de diferentes tamaños, empleando tamices de 1"; 3/4"; 1/2"; 3/8" y 1/4".
- Para el agregado fino se tomó la relación β establecida en el diseño de mezclas de la FNC ($\beta=0,49$)
- Se utilizó un asentamiento de 4", por ser un valor convencional y estar en el promedio de lo empleado comercialmente.
- Para el caso de las mezclas con aditivo plastificante, se empleó el POLYHEED-755, un reductor de agua, ya que es el empleado por excelencia en la Fábrica Nacional de Cementos, se añadió una cantidad equivalente al 0,35% del peso del cemento. Este es el criterio empleado en la FNC, producto de numerosos pruebas con distintas proporciones de aditivo, resultando esta la ideal para sus mezclas, además se encuentra dentro de los rangos establecidos por el fabricante en la ficha técnica del producto.

Debido a la amplia gama de posibilidades de combinaciones granulométricas del agregado, para las mezclas de concreto se evaluaron tres (3) combinaciones de agregado grueso: gruesa, media y fina; esto, partiendo de las curvas granulométricas dadas por la normativa venezolana FONDONORMA 255-2006 "Agregados. Determinación de la composición granulométrica", en la cual se

establecen límites inferior y superior deseables para la granulometría de una mezcla de concreto.

III.4.- Elaboración de las mezclas

Una vez definidas las granulometrías para las distintas mezclas se procedió, en primer lugar al tamizado y separación del todo el agregado grueso, clasificándolo de acuerdo a las aberturas de los cedazos señaladas anteriormente, en bolsas de plástico con capacidad de veinticinco (25) kilogramos de material cada una. Debido a la gran cantidad de agregados necesarios para la elaboración de las mezclas, este fue un proceso que exigió una inversión importante de tiempo y gran trabajo físico, a pesar de haber contado con una tamizadora mecánica. (Ver figura 2).



Figura 2 “Clasificación por tamaño de agregado grueso”

Al tener definido y clasificado el agregado grueso se pesó el resto de los materiales (agua, cemento y arena) y se procedió a la elaboración de las mezclas

Adicionalmente fue necesario contar con ciertos equipos e implementos para la elaboración de las mezclas, entre estos destacan:

- Cinta métrica.
- Cono de Abrams
- Tanque de curado.
- Barras compactadoras.
- Cucharas y paletas de albañilería.
- Tamizadora.
- Tobos para pesar los agregados
- Mezcladora con eje de inclinación variable con capacidad de 80 litros.
- Encofrados cilíndricos normalizados (altura 30cm y diámetro 15cm)
- Aceite y brochas.
- Balanza digital.
- Prensa universal.
- Nivel de burbuja.
- Martillo de goma.

Para realizar las mezclas, se calcularon las cantidades de materiales obtenidas en el diseño de mezclas para una dosificación de 50lts, que resultó suficiente para la elaboración de 6 probetas, 3 ensayadas a los 7 días y otras 3 a los 28 días de edad. Además esta cantidad permite un buen funcionamiento de la mezcladora.

Se realizaron las mezclas siguiendo la norma COVENIN 354:2001 (Concreto. Método para mezclado en el laboratorio), como se muestra a continuación:

- Se tomaron los diferentes materiales de acuerdo a las proporciones obtenidas según el diseño de mezcla para una dosificación de 50lts.
- Puesta en funcionamiento, en la mezcladora, se colocó primero el agregado grueso y fino con un tercio de la cantidad total de agua para humedecer los agregados y facilitar la adherencia con el cemento.

- Se incorporó el cemento tratando de colocarlo sobre el agregado ya humedecido.
- Se añadió el resto del agua tratando de remover hacia la mezcla el cemento que pudo haber quedado en las paletas de la mezcladora.
Es importante señalar que todo esto se realiza con la mezcladora en funcionamiento, es decir, mezclando a medida que se añaden los componentes.
- A continuación se dejó mezclando por tres (3) minutos, luego se detiene la mezcladora y se deja en reposo la mezcla por dos (2) minutos y posteriormente se mezcla otros tres (3) últimos minutos.
- Se procedió a la elaboración del ensayo del Cono de Abrams

Se tomaron 6 probetas cilíndricas para cada mezcla, a fin de ensayar a compresión 3 de ellas a los 7 días y las 3 restantes a los 28 días, con el objetivo de que en caso de obtener dos valores muy dispersos, con el tercero se descarta el que resulte atípico y se efectúa el promedio con los dos más cercanos. Por esta justificación, para cada granulometría se tomaron 12 probetas; 6 de la mezcla sin aditivo y 6 con el mismo, Adicionalmente se tomaron 6 muestras para la mezcla patrón. En total se realizaron 126 probetas; 18 para cada una de las 7 mezclas

III.5.- Ensayo Cono de Abrams. COVENIN 339:2003

Una vez elaboradas, a cada una de las mezclas realizadas con las diferentes granulometrías se le practicó el ensayo del Cono de Abrams a fin de determinar su asentamiento en pulgadas, el cual se traduce en trabajabilidad de las mismas.

Inicialmente se humedece el cono de Abrams y se coloca en una superficie horizontal rígida, plana y no absorbente, preferiblemente en una plancha de acero.

- El molde se sujetó firmemente por las aletas con los pies y se llenó con la mezcla de concreto en tres capas, cuyos espesores fueron lo más cercano posible a un tercio del volumen del cono.
- Se compactó cada capa dando 25 golpes distribuidos lo mejor posible en su sección transversal haciendo uso de una barra compactadora normalizada.
- Luego de colocadas todas las capas se enrasó utilizando la misma barra compactadora.
- Inmediatamente se retiró el molde alzándolo cuidadosamente en dirección vertical evitando movimientos laterales.
- Se midió el asentamiento como la diferencia entre la altura del molde y la altura de la base superior de la mezcla, con el uso de una cinta métrica. Se expresó en pulgadas y centímetros.

En la figura 3 se muestra una imagen de este ensayo en una de las mezclas realizadas.

El estudio de cada mezcla se hizo a través de la comparación con gráficos que ilustran los valores de manera análoga al ensayo, es decir, estos reproducen el comportamiento de los conos de concreto. A través de la comparación de los valores de asentamiento de las mezclas sin aditivo y aquellas con aditivo, se pudo determinar cual necesita de este para lograr una adecuada trabajabilidad.



Figura 3 “Ensayo de Cono de Abrams”

III.6.- Elaboración de las probetas. COVENIN 338:2002

La elaboración de la probeta debe comenzarse no más tarde de diez minutos después del muestreo y en una zona libre de vibraciones. El procedimiento fue el siguiente:

- Se engrasó la superficie interna del encofrado cilíndrico.
- Se llenó el molde de concreto fresco hasta una altura aproximada de un tercio de la total.
- Se compactó energéticamente con la barra compactadora mediante 25 golpes uniformemente distribuidos, tratando de abarcar toda la sección transversal y golpeando en la misma dirección al eje del molde.
- Se repitió el procedimiento para las dos capas restantes.
- En cada capa se aplicó golpes en toda la superficie externa del molde con el martillo de goma para expulsar el aire atrapado en la mezcla, sin exagerar en la fuerza ni la cantidad para evitar la segregación.

- En la última capa se colocó material en exceso de manera tal que después de la compactación de la misma pueda enrasarse a tope con el borde superior del molde.
- Se dejaron las probetas en el molde veinticuatro (24) horas hasta su desencofrado.
- Se sumergieron en un tanque con agua para su curado y se mantuvieron allí hasta el día del ensayo (7 y 28 días).

III.7.- Ensayos a Compresión. COVENIN 338:2002

Se ensayaron a compresión todos los cilindros a los 7 y 28 días. El procedimiento seguido fue el siguiente:

- Se extrajeron los cilindros del tanque de curado y se seca su superficie totalmente.
- Se colocó en la cara superior del cilindro una goma de neopreno para asegurar una distribución uniforme de las tensiones sobre la misma.
- Se tomaron medidas del peso, diámetro y altura de los cilindros 3 veces cada una y se tomó el promedio de estas medidas.
- Los cilindros se colocaron en la máquina de compresión, centrados cuidadosamente a fin de evitar dispersión en los resultados
- Se comprimieron hasta su ruptura y se tomó nota de los resultados obtenidos.



Figura 4 “Ensayo de compresión simple. Edad: 7 días”

La resistencia a la compresión de cada cilindro se determinó como el cociente entre la carga máxima y el área de la sección medida del cilindro, como se indica en la siguiente ecuación:

$$R_c = \frac{P_{i\max}}{A_i} \left(\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \right) \quad [Eq. 16]$$

Donde:

R_c : resistencia a compresión, kgf/cm^2 .

$P_{i\max}$: carga máxima aplicada kgf .

A_i : área de la sección transversal del cilindro, cm^2 .

A_e : área de unión (elipse), cm^2 .

Por último, a través del ensayo de compresión simple según lo especificado en la norma COVENIN 338:2002 “Concreto. Método para la elaboración, curado, y ensayo a compresión de cilindros de concreto”, a los 7 y 28 días se determinó la

resistencia promedio de cada mezcla, tomando como definitiva aquella que otorgue mayores valores en este ensayo.

Los resultados obtenidos son valores numéricos, expresados en $\frac{kgf}{cm^2}$, los mismos están representados en tablas y gráficos que permiten visualizarlos de manera ordenada y compararlos a fin de analizarlos y establecer conclusiones, el comportamiento del desarrollo de la resistencia se basa en lo expresado por Porrero (2009).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS.

IV.1.- Caracterización de agregados finos, agregados gruesos.

Los resultados de todos los ensayos descritos en el capítulo anterior que corresponden a la caracterización de los agregados utilizados en las mezclas se presentan en la hoja de ensayos de la FNC en los anexos A y B; pág 95-99. La empresa los realiza obligatoriamente, de manera rutinaria, a fin de tener un control de calidad del agregado empleado en sus mezclas.

El agregado fino se encuentra gradado de manera ideal dentro de los límites que establece la norma FONDONORMA 255-2006. Ya que esta presenta dos tipos de granulometría para los finos, la arena empleada se clasifica como fina para los límites gruesos y como media para los límites medios.

Con respecto al agregado grueso, la granulometría no se encuentra dentro de los límites establecidos en la norma, se aprecia que es un material muy grueso, con más del 70% retenido en los tamices de 1" y $\frac{3}{4}$ ".

Las propiedades de los agregados obtenidas a través de los diferentes ensayos se muestran a continuación en la tabla 6. Los mismos fueron realizados por el personal técnico de la FNC.

Tabla 6 “Propiedades de los agregados” Fuente: FNC

Ensayo	Agregado Fino	Agreg. Grueso
Peso Específico (g/cm³)	2,58	2,71
Absorción (%)	1,66	0,69
Peso Unitario Seco (Kgm/m³)	1592	1403
Peso Unitario Compactado (Kgm/m³)	1759	1592
Módulo de Finura	3,32	-
Pasante T. #200 (%)	4,5	0,96
Partículas Suspendidas (%)	2,4	-
Cloruros	NO	-
Sulfatos	NO	-

IV.2.- Granulometría de agregados gruesos

Una vez que se obtuvo la curva granulométrica que caracteriza el agregado grueso que se utilizó en la elaboración de las mezclas y conociendo los límites granulométricos que establece la Norma COVENIN 255, se obtuvo 3 gradaciones para este agregado: Gruesa, media y fina.

La granulometría gruesa se encuentra por debajo de la línea inferior y en ella el material es predominantemente retenido en los tamices 1” y ¾”. Por su parte, en el caso de la gradación media, se encuentra perfectamente dentro de los límites de la norma y tiene una distribución más uniforme en las proporciones de los diferentes tamaños. Finalmente, la granulometría fina, se ubica por encima de los límites de la norma, con la mayor parte del peso del material entre los tamices 3/8” y ¼”. (Ver gráficos 1, 2, 3 y 4). En la tabla 7 se presenta la granulometría del agregado grueso.

Tabla 7 “Granulometría de agregado grueso” Fuente: Elaboración Propia

Tamiz	PATRÓN		GRUESA		MEDIA		FINA	
	Peso Ret. (g)	% Ret	Peso Ret (kgm)	% Ret	Peso Ret. (Kgm)	% Ret	Peso Ret. (Kgm)	% Ret
1"	2710	27,1	12,85	28,7	2,54	5,7	1,20	2,7
3/4"	5178	51,9	21,33	47,6	12,70	28,3	1,79	4,0
1/2"	1926	19,3	9,48	21,1	19,05	42,5	8,97	20,0
3/8"	112	1,1	0,71	1,6	8,65	19,3	11,96	26,7
1/4"	9	0,1	0,47	1,0	1,91	4,3	20,93	46,7
P. 1/4	48	0,5	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
Peso T.	9.983		44,84		44,85		44,85	

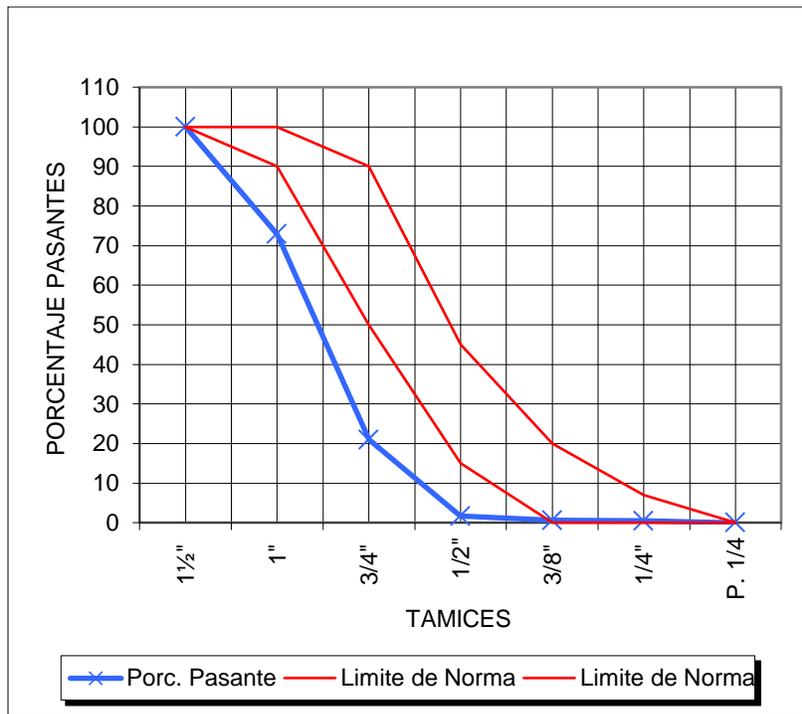


Gráfico 1 “Distribución granulométrica agregado grueso: mezcla patrón” Fuente: FNC.

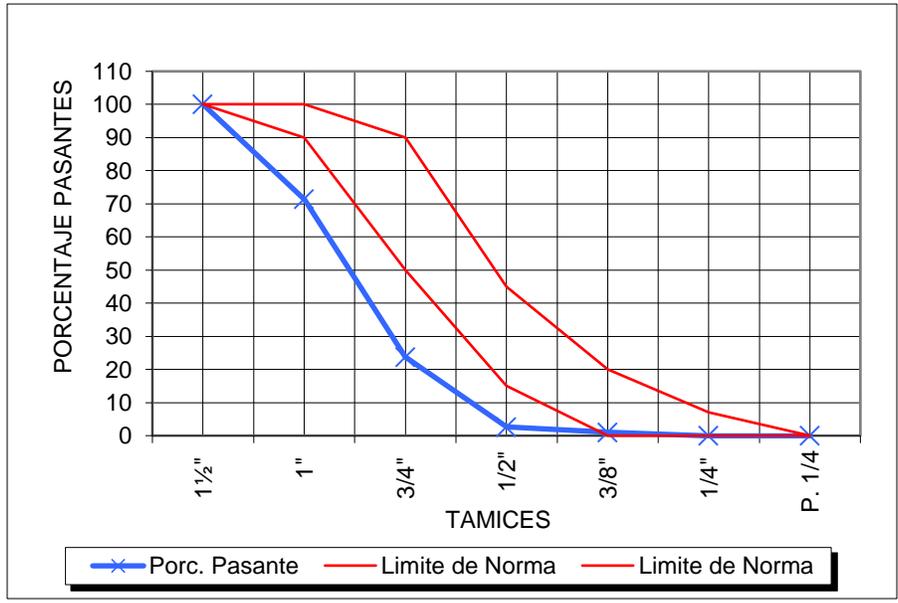


Gráfico 2 “Distribución granulométrica agregado grueso: mezcla gruesa” Fuente: FNC.

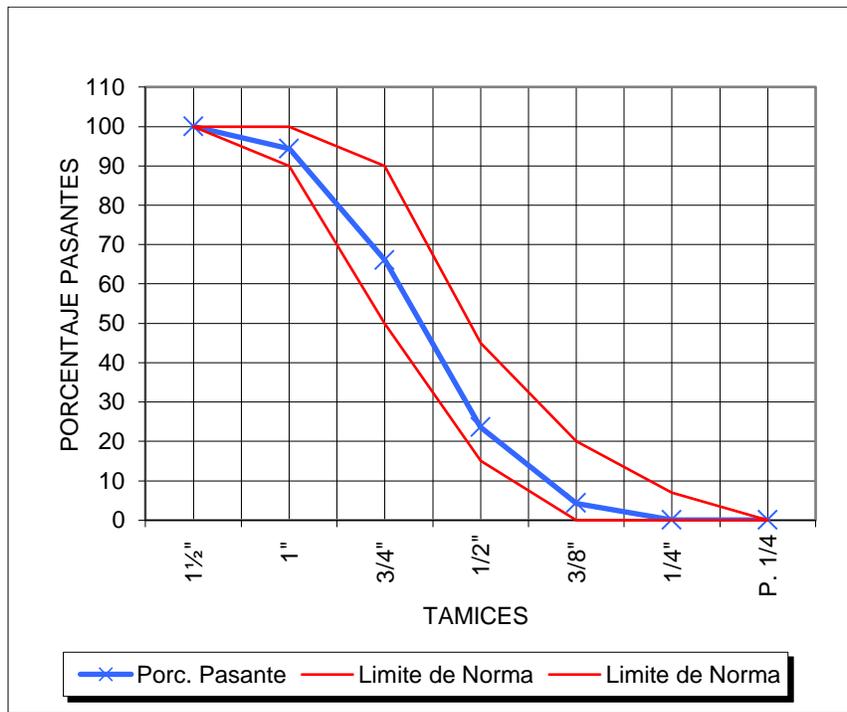


Gráfico 3 “Distribución granulométrica agregado grueso: mezcla media” Fuente: FNC.

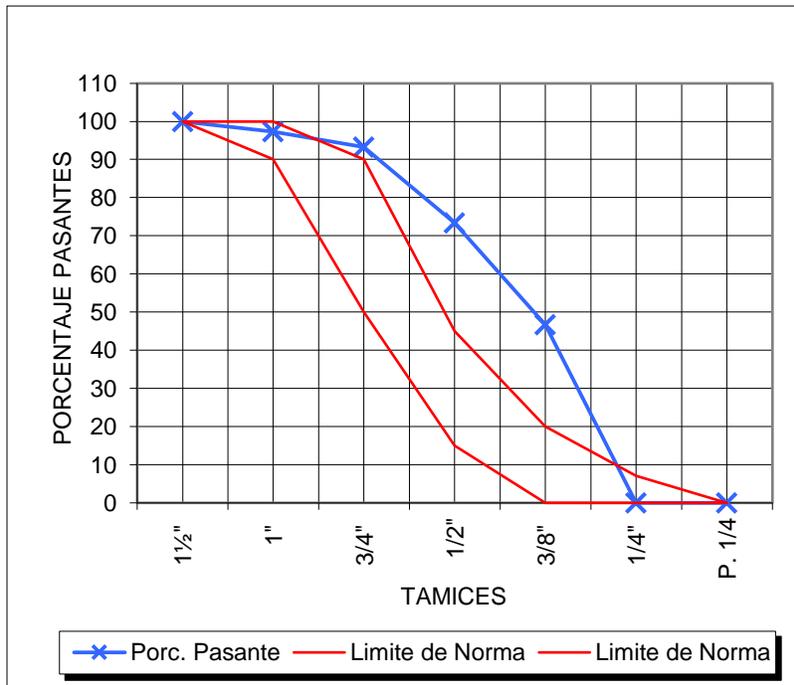


Gráfico 4 “Distribución granulométrica agregado grueso: mezcla fina” Fuente: FNC

IV. 3.- Diseño de mezclas.

Según el método descrito en el Marco Teórico (Ver págs. 28-33) se realizó el diseño de mezcla para un asentamiento de 4” y una resistencia a compresión de 280 kgf/cm² a los 28 días, obteniendo las siguientes cantidades para un (1) metro cúbico de concreto:

- **Dosis de cemento:** 337kgm. A partir de las ecuaciones [1-4].
- **Dosis de Agua:** 204 kgm. A partir de la ecuación [5]
- **Dosis de agregado grueso:** 906 kgm. A partir de las ecuaciones [7-11]
- **Dosis de agregado fino:** 871 kgm. A partir de las ecuaciones [7-11]

A su vez, para la elaboración de las mezclas y por la justificación del capítulo anterior, se realizó una dosificación para 50 litros, obteniendo:

- **Dosis de cemento:** 18,85 kgm
- **Dosis de Agua:** 10,20 kgm

- **Dosis de agregado grueso:** 44,84 kgm
- **Dosis de agregado fino:** 43,55 kgm

Por su parte, el diseño de mezcla de la Fábrica Nacional de Cementos para un concreto de 280 kgf/cm² de resistencia a la compresión y un metro cúbico de mezcla tiene la siguiente dosificación:

- **Dosis de cemento:** 329kgm
- **Dosis de Agua:** 165 kgm
- **Dosis de agregado grueso:** 950 kgm
- **Dosis de agregado fino:** 930 kgm

De igual forma, para 50 litros de mezcla, la dosificación es la siguiente:

- **Dosis de cemento:** 16,45 kgm
- **Dosis de Agua:** 8,25 kgm
- **Dosis de agregado grueso:** 46,5 kgm
- **Dosis de agregado fino:** 47,50 kgm

Comparación de Diseños:

Tabla 8 “Comparación de diseños de mezcla (1m³)” Fuente: Elaboración propia

Dosificaciones (1m³)	Diseño Propio	Diseño FNC
Cemento (kgm)	337	329
Agua (kgm)	204	165
Agregado Grueso (kgm)	871	950
Agregado Fino (kgm)	906	930
Aditivo (ml)	1319,4	1155,4

Tabla 9 “Comparación de diseños de mezcla” (50lts) Fuente: Elaboración propia

Dosificaciones (50l)	Diseño Propio	Diseño FNC
Cemento (kgm)	16,85	16,45
Agua (kgm)	10,2	8,25
Agregado Grueso (kgm)	43,55	47,5
Agregado Fino (kgm)	45,3	46,5
Aditivo (ml)	65,97	57,77

El diseño de mezclas propuesto, presenta una mayor cantidad agua y cemento al establecido por la FNC, difiriendo en un 12,7% y 19,1% respectivamente. Por otro lado, este diseño contempla una dosis de agregado grueso (6,3%) y fino (5,6%) mayor al propuesto, lo cual podría producir mayores valores de asentamientos para esta mezcla ya que se tiene una menor cantidad de pasta para la lubricación de más áridos. Sin embargo, esto se analizará de manera cuantitativa en puntos posteriores a fin de cumplir con el primer objetivo del presente trabajo.

Las cantidad de agua y agregado fino para el momento de mezclado difieren a las expresadas en la tabla 8 y se corrigen en función del contenido de humedad de la arena justo al momento de realizar las mezclas; después de la corrección, en este caso, las dosis de agua tienden a ser mayores mientras que las de arena disminuyen. Esto se visualiza mejor a través de las ecuaciones [11-13]. (Ver pág 32). Las dosis de agua y arena de mezclado para ambos diseños se muestran en el anexo C; pág 100-121

IV.4.- Verificación y estudio trabajabilidad de las mezclas obtenidas

A continuación en las tablas 10; 11 y 12 se presentan los valores de asentamiento obtenidos a través del ensayo de Cono de Abrams para las diferentes mezclas elaboradas

Tabla 10. “Asentamientos de mezcla día 23/08/2012” Fuente: Elaboración propia

Mezcla	Asentamiento (pulg)	Asentamiento (cm)
Gruesa sin aditivo	7	18
Media sin aditivo	6	15
Fina sin aditivo	1	3
Gruesa con aditivo	7	18
Media con aditivo	7	18
Fina con aditivo	4	10
Patrón	0	0

Tabla 11. “Asentamientos de mezcla día 28/08/2012” Fuente: Elaboración propia

Mezcla	Asentamiento (pulg)	Asentamiento (cm)
Gruesa sin aditivo	6	15
Media sin aditivo	4	10
Fina sin aditivo	2	5
Gruesa con aditivo	9	23
Media con aditivo	7	18
Fina con aditivo	3	8
Patrón	2	5

Tabla 12. “Asentamientos de mezcla día 29/08/2012” Fuente: Elaboración propia

Mezcla	Asentamiento (pulg)	Asentamiento (cm)
Gruesa sin aditivo	7	18
Media sin aditivo	7	18
Fina sin aditivo	4	10
Gruesa con aditivo	8	20
Media con aditivo	7	18
Fina con aditivo	7	18
Patrón	5	13

En los gráficos 5, 6 y 7 se observa la comparación entre las mezclas con los mismos agregados, con y sin aditivo y la muestra patrón.

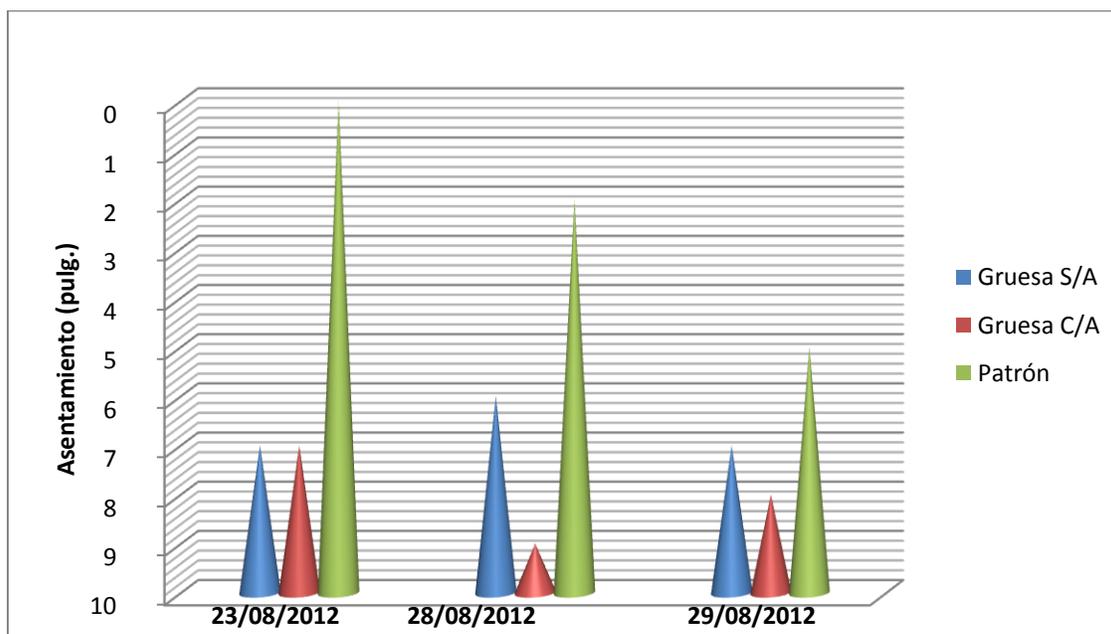


Gráfico 5 “Comparación de medidas de asentamiento: mezcla gruesa” Fuente: Elaboración propia

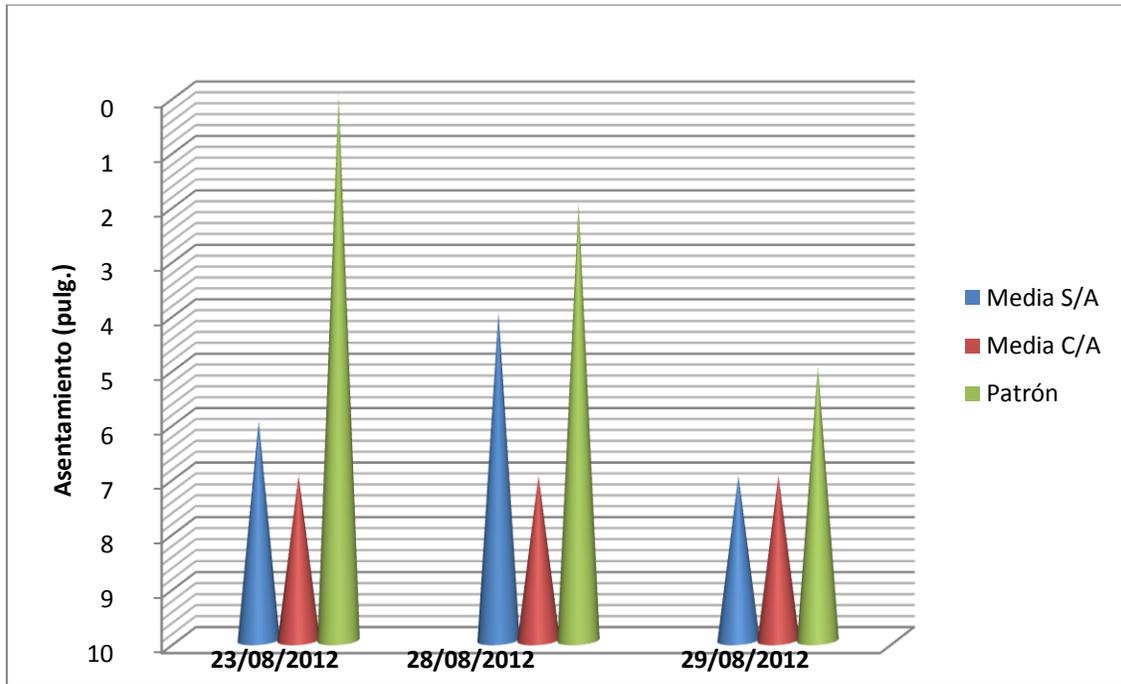


Gráfico 6 “Comparación de medidas de asentamiento: mezcla media” Fuente: Elaboración propia

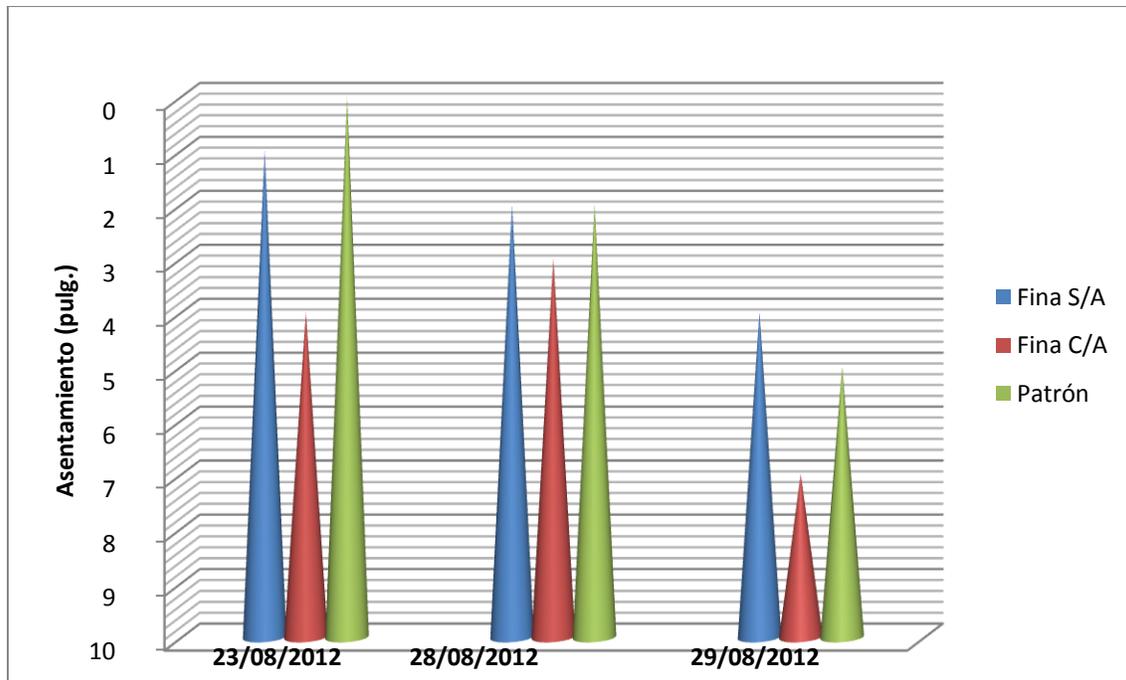


Gráfico 7 “Comparación de medidas de asentamiento: mezcla fina” Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 “Asentamiento promedio” Fuente: Elaboración propia

Mezcla	Asentamiento (pulg)	Asentamiento (cm)
Gruesa sin aditivo	7	18
Media sin aditivo	6	15
Fina sin aditivo	2	5
Gruesa con aditivo	8	20
Media con aditivo	7	18
Fina con aditivo	5	13
Patrón	5	13

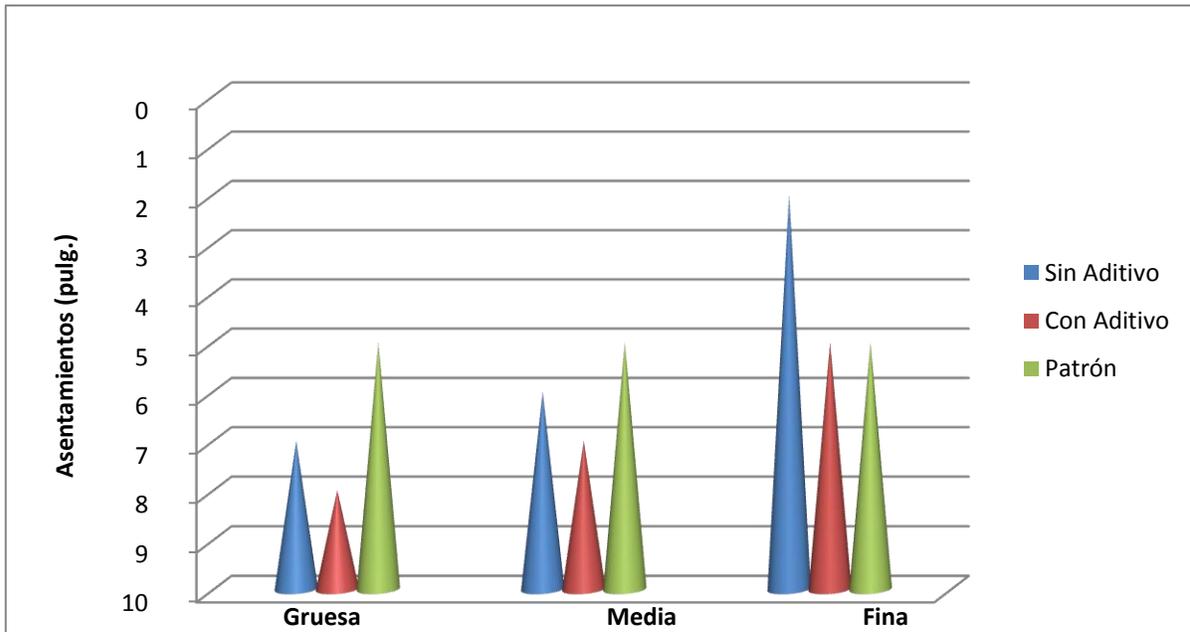


Gráfico 8 “Comparación de asentamientos promedio” Fuente: Elaboración propia

Se observa que para la mezcla patrón del día 23/08/2012 el valor obtenido es prácticamente nulo (Ver figura 5), resultado similar al día 28/08/2012 en el cual se obtuvo un asentamiento mayor, pero igualmente bajo, en comparación a lo esperado en el diseño de mezclas. Cabe destacar que este diseño provino de la FNC, pero se presume que hubo un error en la dosis de agua luego de la corrección por humedad; posiblemente en la hoja de cálculo. Por este motivo se convino en elaborar la tercera y última mezcla patrón utilizando el diseño de mezcla propio, es decir, las proporciones de materiales eran iguales a las mezclas de estudio, pero sin controlar la granulometría de los áridos, el cambio de mezcla

patrón fue satisfactorio ya que proporcionó los resultados de asentamiento visibles en la tabla 13.



Figura 5 “Ensayo de Cono de Abrams: Mezcla patrón FNC”

La tabla 13 presenta el promedio de los asentamientos obtenidos, con su respectiva comparación en el gráfico 8. Estos valores se tomaron como definitivos para analizar la necesidad o no del uso de aditivos plastificantes en las mezclas con las diferentes granulometrías.

Tomando en cuenta que el diseño se calculó para un asentamiento de 4” o 10cm, se evidencia que la mezcla Patrón tuvo un comportamiento adecuado en estado fresco, con un asentamiento de cuatro y media pulgadas.

Por su parte, la mezcla de granulometría Gruesa sin aditivo obtuvo valores altos de asentamientos, casi seis pulgadas y media, debido a que por ser en su gran mayoría granos de 1” y $\frac{3}{4}$ ” no se requiere de grandes cantidades de pasta para lubricar totalmente la superficie de los agregados, permitiéndole tener una marcada fluidez y trabajabilidad. En el caso de la mezcla Media sin aditivo donde

se obtuvo un asentamiento de cinco pulgadas y media, valor que se encuentra dentro del rango de trabajo de pulgada y media por encima o por debajo de lo determinado en el diseño, cerca de un 77% del material grueso se encuentra retenido en los tamices 1"; $\frac{3}{4}$ " y $\frac{1}{2}$ ", de manera que, al igual que el caso anterior, la pasta logra lubricar adecuadamente el agregado.

Con base a esto y comparando con las mezclas que tienen aditivo, se puede afirmar, que no es necesario la aplicación del mismo para las mezclas Gruesa y Media. El diseño ofrece una cantidad de pasta suficiente que asegura un comportamiento fluido en estado fresco, ya que la aplicación del aditivo solo aumentó en promedio hasta 1" los valores de asentamiento. Sin embargo, en caso de alguna exigencia en particular en cuanto a la colocación o transporte para cierto uso bien sea en obra o en el laboratorio y se desee trabajar con la mezcla de granulometría intermedia, puede resultar efectivo emplear cierta dosis del aditivo para obtener un mayor asentamiento.

Finalmente, la mezcla fina sin aditivo tuvo un comportamiento alejado de lo estipulado en el diseño, mostrando asentamiento de un poco más de dos pulgadas, lo cual es de esperarse ya que, en contraste con las granulometrías anteriores, cerca de un 75% del agregado grueso está retenido en los tamices $\frac{3}{8}$ " y $\frac{1}{4}$ ", lo que implica una suma de granos de poco tamaño que generan una gran área superficial a ser lubricada por insuficiente cantidad de pasta; razón por la cual es necesaria la presencia del aditivo plastificante que facilite el deslizamiento de las partículas entre sí, mejorando notoriamente la trabajabilidad, ya que con la dosis de POLYHEED-755 añadida, en promedio, se duplicó el asentamiento de la mezcla al obtener casi cuatro pulgadas y media; un cambio significativo y favorable.

IV.5.- Incidencia de la granulometría en la segregación de la mezcla

En respuesta al objetivo planteado y como se estipuló en la metodología, la relación entre el fenómeno segregación y las variables estudiadas, en este caso granulometría del agregado grueso, se pudo verificar visualmente. Para las mezclas 1 y 4, con una granulometría principalmente gruesa, los materiales tendieron a separarse en el transporte desde la mezcladora hasta la zona de encofrado de probetas; la mezcla patrón presentó el mismo comportamiento, ya que la distribución granulométrica no es controlada y en este caso, es similar a la granulometría gruesa de estudio.

Con respecto a las mezclas de granulometrías media y fina, tanto con aditivo como sin este, se pudo constatar que al ser mezclas más homogéneas, con una diferencia menor de tamaños entre granos gruesos, la segregación no se manifiesta.

En este orden ideas, se evidencia que mientras exista más variabilidad de agregados, aumentando la cantidad de estos a manera de reducir los intersticios de la mezcla y evitando el exceso de gruesos, se puede minimizar dicha situación ya que se logra una mejor distribución del agregado grueso.

IV.6.- Resistencia a la compresión

Los resultados obtenidos a través del ensayo a compresión simple para mezclas sin aditivo se presentan en las tablas 16, 17 y 18, clasificándolos por tipo de mezcla y edad de ensayo; en la tabla 14 se presenta la resistencia esperada y en la tabla 15 los resultados de la mezcla patrón. Como se estableció en la metodología, la repetición de mezclas permitió descartar los valores considerados atípicos basándose en los criterios de la normativa venezolana COVENIN 1756: 2003 “*Concreto. Evaluación y Métodos de Ensayo*”, estos se resaltaron en las tablas, es decir, los mismos no fueron tomados en cuenta para determinar la resistencia promedio de cada mezcla.

Tabla 14 “Resistencias mínimas esperadas” Fuente: Elaboración propia

7 días (65% F'c) (kgf/cm ²)	182
28 días (F'c) (kgf/cm ²)	280

Tabla 15 “Resistencia a la compresión: Mezcla patrón” Fuente: Elaboración propia

Fecha Elab	Fecha Ensayo	Edad (días)	Carga (tonf)	Rc (kgf/cm ²)	Rc prom (kgf/cm ²)
23/08/2012	30/08/2012	7	62,032	312	322
23/08/2012	30/08/2012		58,788	332	
23/08/2012	30/08/2012		57,182	323	
23/08/2012	20/09/2012	28	60,855	344	354
23/08/2012	20/09/2012		64,722	366	
23/08/2012	20/09/2012		55,056	351	
28/08/2012	04/09/2012	7	52,026	294	286
28/08/2012	04/09/2012		50,463	286	
28/08/2012	04/09/2012		49,302	279	
28/08/2012	25/09/2012	28	61,537	348	359
28/08/2012	25/09/2012		63,993	362	
28/08/2012	25/09/2012		64,818	367	
29/08/2012	05/09/2012	7	44,693	253	252
29/08/2012	05/09/2012		44,916	254	
29/08/2012	05/09/2012		44,094	250	
29/08/2012	26/09/2012	28	62,409	353	345
29/08/2012	26/09/2012		61,463	348	
29/08/2012	26/09/2012		59,027	334	
VALORES DESCARTADOS					

A continuación, En el gráfico 9 se evidencia que las mezclas patrón presentaron un comportamiento similar entre ellas a pesar de que el diseño de los días 23/08/2012 y 28/08/2012 es de la FNC, mientras que el día 29/08/2012 se elaboró una mezcla patrón con el diseño propio, debido a los problemas de asentamiento que presentó la primera (Ver gráficos 5, 6 y 7). Por lo tanto, se convino tomar esta última mezcla como la única patrón, es decir, los valores de resistencias a los 7 y 28 días usados como referencia son los resultantes de la mezcla modelo del 29/08/2012 (Ver tabla 15).

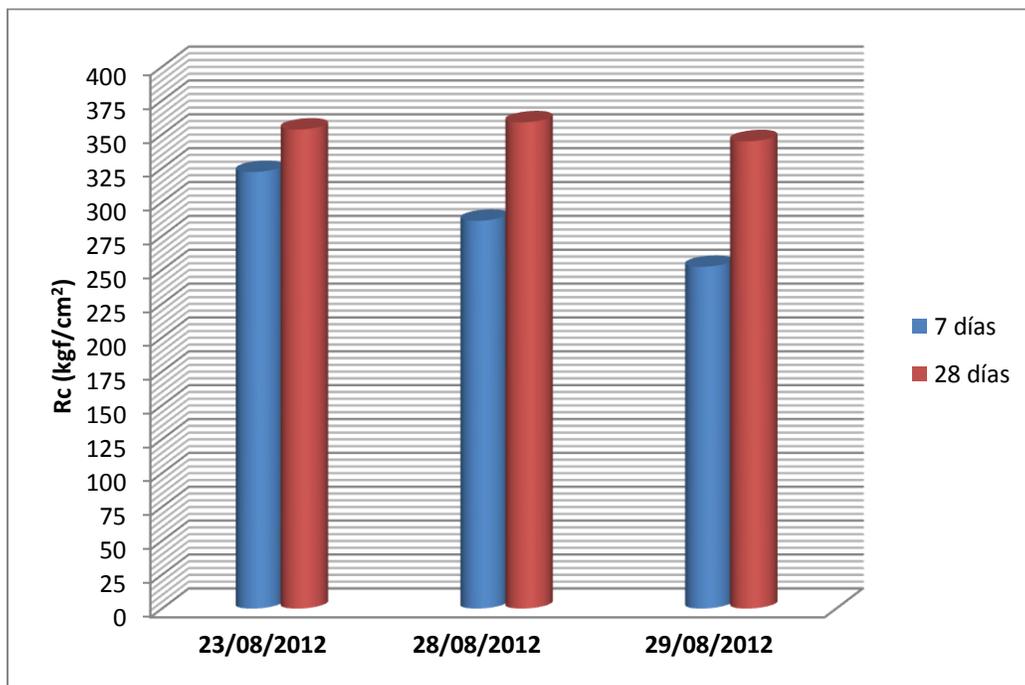


Gráfico 9. Comparación de resistencia: Mezcla patrón” Fuente: Elaboración propia.



Figura 6. “Mezcla patrón ensayada a compresión a los 28 días”

Tabla 16 “Resistencia a la compresión: Mezcla gruesa sin aditivo” Fuente: Elaboración propia

Fecha Elab.	Fecha Ensayo	Edad (días)	Carga (tonf)	Rc (kgf/cm ²)	Rc prom (kgf/cm ²)
23/08/2012	30/08/2012	7	47,085	266	267
23/08/2012	30/08/2012		46,503	263	
23/08/2012	30/08/2012		48,192	273	
23/08/2012	20/09/2012	28	55,634	314	338
23/08/2012	20/09/2012		58,808	333	
23/08/2012	20/09/2012		60,403	342	
28/08/2012	04/09/2012	7	48,802	276	265
28/08/2012	04/09/2012		45,41	257	
28/08/2012	04/09/2012		46,333	262	
28/08/2012	25/09/2012	28	59,967	339	344
28/08/2012	25/09/2012		60,781	344	
28/08/2012	25/09/2012		60,794	344	
29/08/2012	05/09/2012	7	35,459	201	208
29/08/2012	05/09/2012		38,016	215	
29/08/2012	05/09/2012		43,193	244	
29/08/2012	26/09/2012	28	58,749	332	322
29/08/2012	26/09/2012		57,484	325	
29/08/2012	26/09/2012		54,893	310	
VALORES DESCARTADOS					

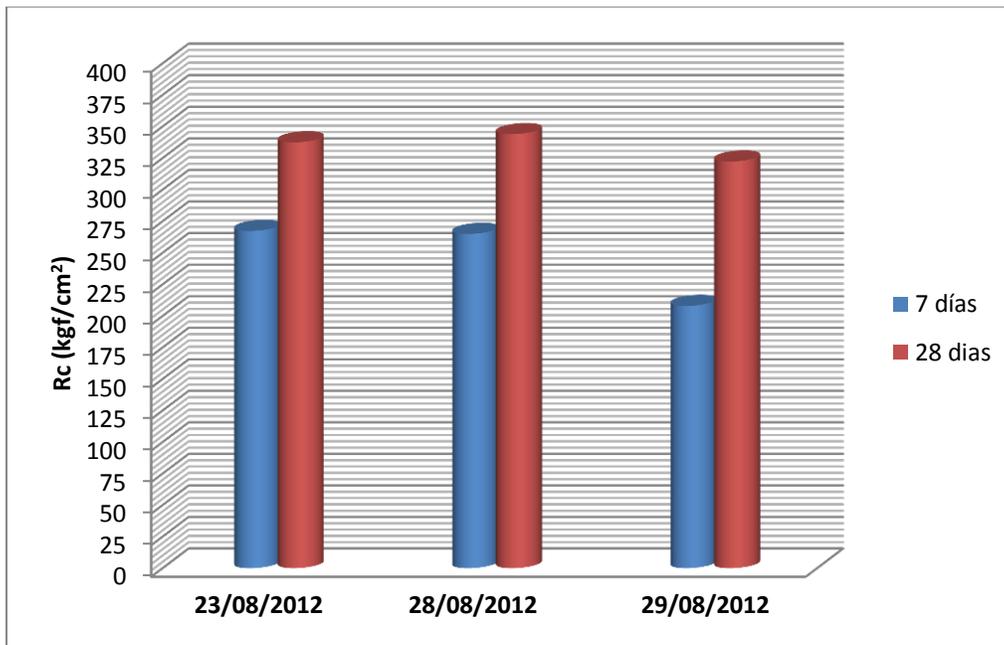


Gráfico 10 “Comparación de resistencia: Mezcla gruesa sin aditivo” Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla 16, el comportamiento de la resistencia de la mezcla con granulometría gruesa supera los valores mínimos esperados para ambas edades, con esto se verifica que el diseño proporcionó valores de resistencia a la compresión mayor a 280 kgf/cm^2 a los 28 días de edad en todas las probetas. A su vez en el gráfico 10 se establece una comparación entre cada día de elaboración y en este se visualiza uniformidad en el desarrollo de resistencias a los 28 días.



Figura 7 “Mezcla gruesa sin aditivo ensayada a compresión a los 28 días”

Tabla 17 “Resistencia a la compresión: Mezcla media sin aditivo” Fuente: Elaboración propia

Fecha Elab	Fecha Ensayo	Edad (días)	Carga (tonf)	Rc (kgf/cm ²)	Rc prom (kgf/cm ²)
23/08/2012	30/08/2012	7	53,301	302	303
23/08/2012	30/08/2012		52,922	299	
23/08/2012	30/08/2012		54,413	308	
23/08/2012	20/09/2012	28	58,859	389	388
23/08/2012	20/09/2012		68,515	388	
23/08/2012	20/09/2012		68,368	387	
28/08/2012	04/09/2012	7	43,908	248	250
28/08/2012	04/09/2012		41,648	236	
28/08/2012	04/09/2012		47,265	267	
28/08/2012	25/09/2012	28	63,266	358	348
28/08/2012	25/09/2012		61,969	351	
28/08/2012	25/09/2012		59,157	335	
29/08/2012	05/09/2012	7	43,191	248	246
29/08/2012	05/09/2012		44,182	250	
29/08/2012	05/09/2012		42,335	240	
29/08/2012	26/09/2012	28	57,774	327	331
29/08/2012	26/09/2012		58,226	330	
29/08/2012	26/09/2012		59,414	336	
VALORES DESCARTADOS					

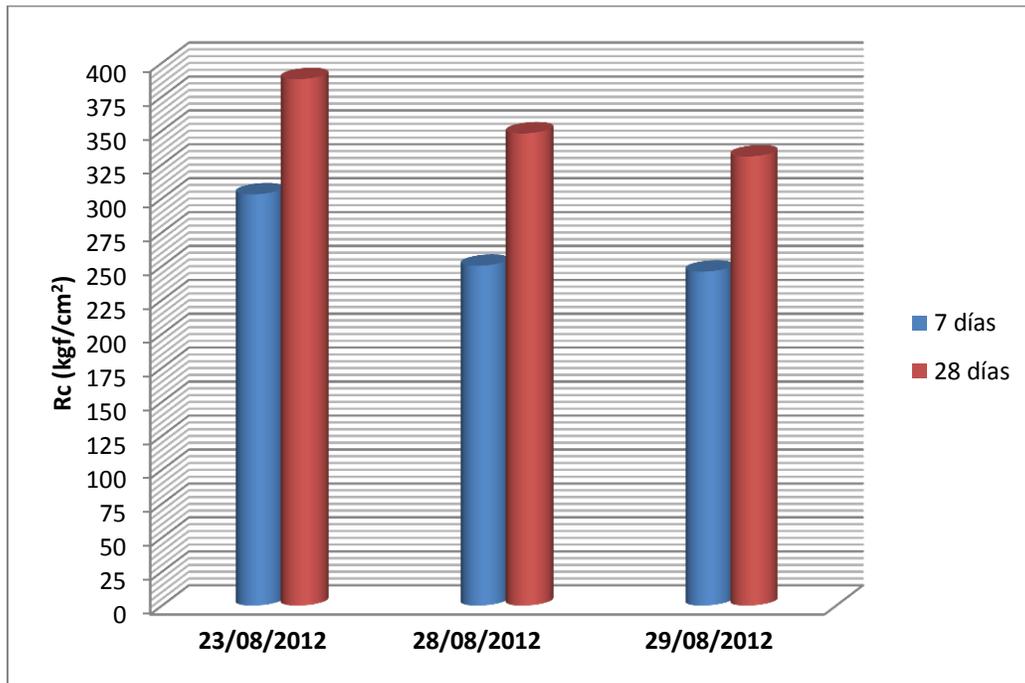


Gráfico 11 “Comparación de resistencia: Mezcla media sin aditivo” Fuente: Elaboración propia

Para esta granulometría, al igual que en la anterior, los valores de resistencia obtenidos para ambas edades fueron más altos a los esperados por el diseño. Sin embargo, fue necesario descartar los resultados del 23/08/2012 ya que, a pesar de ser los mayores de esta mezcla, resultaron muy alejados por encima al resto de los días, con una diferencia para los 7 y 28 días de aproximadamente 50 kgf/cm² y 40 kgf/cm² respectivamente. En el gráfico 11 se aprecia uniformidad en los resultados para los días 28/08/2012 y 29/08/2012 en ambas edades de ensayo.



Figura 8 “Mezcla media sin aditivo ensayada a compresión a los 28 días”

Tabla 18 “Resistencia a la compresión: Mezcla fina sin aditivo” Fuente: Elaboración propia

Fecha Elab.	Fecha Ensayo	Edad (días)	Carga (tonf)	Rc (kgf/cm ²)	Rc prom (kgf/cm ²)
*23/08/2012	30/08/2012	7	33,051	187	189
*23/08/2012	30/08/2012		32,536	184	
*23/08/2012	30/08/2012		34,612	196	
*23/08/2012	20/09/2012	28	47,828	211	243
*23/08/2012	20/09/2012		46,363	262	
*23/08/2012	20/09/2012		45,421	257	
28/08/2012	04/09/2012	7	43,176	244	246
28/08/2012	04/09/2012		44,055	249	
28/08/2012	04/09/2012		43,178	244	
28/08/2012	25/09/2012	28	53,146	304	339
28/08/2012	25/09/2012		57,849	327	
28/08/2012	25/09/2012		62,017	350	
29/08/2012	05/09/2012	7	43,385	246	235
29/08/2012	05/09/2012		40,063	227	
29/08/2012	05/09/2012		40,902	231	
29/08/2012	26/09/2012	28	54,258	307	304
29/08/2012	26/09/2012		55,224	313	
29/08/2012	26/09/2012		51,797	293	
VALORES DESCARTADOS		*VALORES DESCARTADOS. RESISTENCIA MENOR AL DISEÑO			

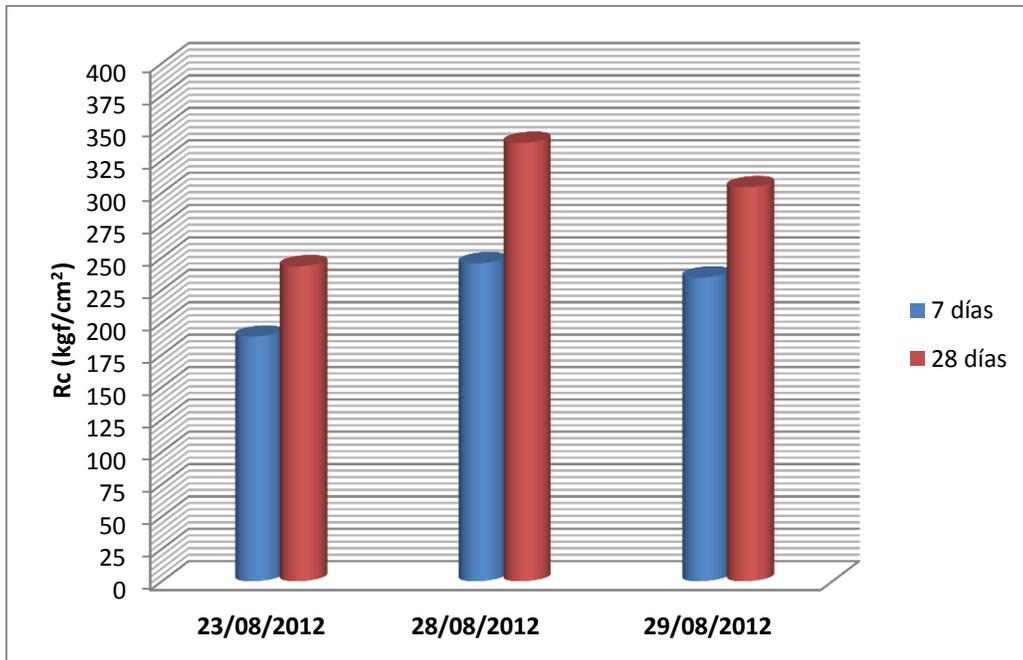


Gráfico 12 “Comparación de resistencia: Mezcla fina sin aditivo” Fuente: Elaboración propia



Figura 9 “Mezcla fina sin aditivo ensayada a compresión a los 28 días”

En la tabla 18 se muestran los resultados obtenidos para la mezcla con granulometría fina sin aditivo plastificante, para el 23/08/2012 no se logró alcanzar la resistencia de diseño de 280 kgf/cm² a los 28 días, además se descartaron de igual manera estos resultados por resultar atípicos con respecto a los dos días de ensayo restantes, esta vez, situándose muy por debajo, hasta casi 100 kgf/cm² de diferencia con respecto al 28/08/2012. Para este y el último día de ensayo se obtuvo resultados satisfactorios por encima de lo establecido en la tabla 13. Así mismo, en el gráfico 12 se observa semejanza entre los resultados del 28/08/2012 y 29/08/2012 a los 7 días, lo cual no se cumple a los 28 días.

A continuación en las tablas 19; 20 y 21 se presentan las resistencias a los 7 y 28 días de las mezclas con aditivo.

Tabla 19 “Resistencia a la compresión: Mezcla gruesa con aditivo” Fuente: Elaboración propia

Fecha Elab	Fecha Ensayo	Edad (días)	Carga (tonf)	Rc (kgf/cm ²)	Rc prom (kgf/cm ²)
23/08/2012	30/08/2012	7	43,486	246	255
23/08/2012	30/08/2012		46,729	264	
23/08/2012	30/08/2012		36,057	204	
23/08/2012	20/09/2012	28	59,082	334	332
23/08/2012	20/09/2012		58,424	330	
23/08/2012	20/09/2012		58,877	333	
28/08/2012	04/09/2012	7	46,186	261	248
28/08/2012	04/09/2012		44,477	257	
28/08/2012	04/09/2012		39,697	225	
28/08/2012	25/09/2012	28	60,563	343	346
28/08/2012	25/09/2012		61,594	349	
28/08/2012	25/09/2012		53,847	305	
29/08/2012	05/09/2012	7	41,24	233	234
29/08/2012	05/09/2012		43,963	249	
29/08/2012	05/09/2012		38,914	220	
29/08/2012	26/09/2012	28	56992	323	321
29/08/2012	26/09/2012		56,142	318	
29/08/2012	26/09/2012		46,496	263	
VALORES DESCARTADOS					

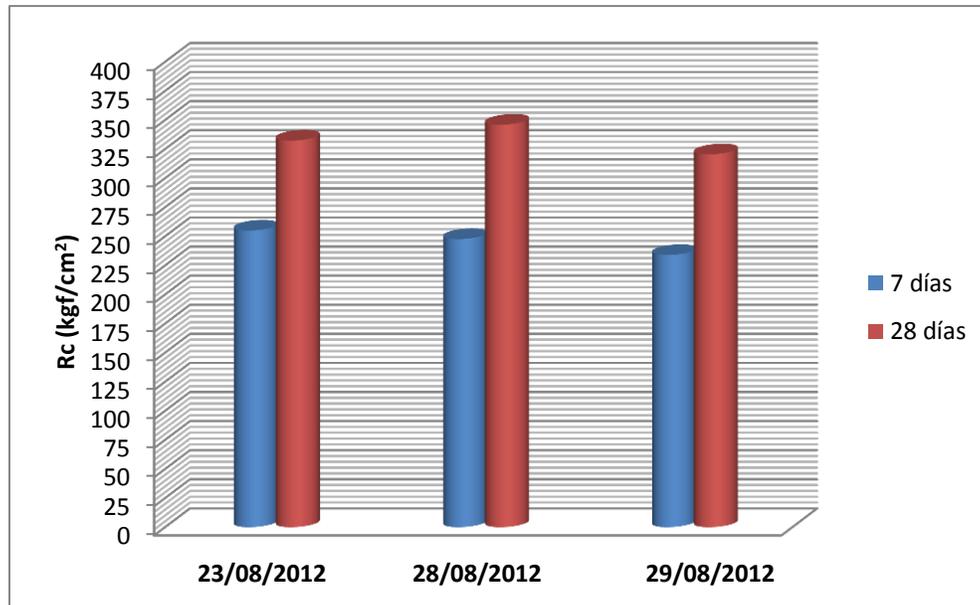


Gráfico 13 “Comparación de resistencia: Mezcla gruesa con aditivo” Fuente: Elaboración propia

Para esta mezcla se lograron valores de resistencia mayores a 182 kgf/cm² a los 7 días y 280 kgf/cm² a los 28 días. Además, el gráfico 13 para ambas edades refleja un comportamiento similar en todas las mezclas, con valores cercanos entre sí, razón por la cual no fue necesario descartar ningún valor promedio del grupo. Con respecto a la mezcla con la misma gradación pero sin el uso del aditivo plastificante, no se presentó cambios significativos en los valores de resistencia.



Figura 10 “Mezcla gruesa con aditivo ensayada a compresión a los 28 días”

Tabla 20 “Resistencia a la compresión: Mezcla media con aditivo” Fuente: Elaboración propia

Fecha Elab.	Fecha Ensayo	Edad (días)	Carga (tonf)	Rc (kgf/cm ²)	Rc prom (kgf/cm ²)
23/08/2012	30/08/2012	7	63,459	318	328
23/08/2012	30/08/2012		59,496	336	
23/08/2012	30/08/2012		58,348	330	
23/08/2012	20/09/2012	28	61,305	380	377
23/08/2012	20/09/2012		69,474	393	
23/08/2012	20/09/2012		66,849	359	
28/08/2012	04/09/2012	7	47,366	268	266
28/08/2012	04/09/2012		46,276	262	
28/08/2012	04/09/2012		48,262	269	
28/08/2012	25/09/2012	28	60,526	343	350
28/08/2012	25/09/2012		62,973	356	
28/08/2012	25/09/2012		61,977	351	
29/08/2012	05/09/2012	7	47,311	268	267
29/08/2012	05/09/2012		46,583	264	
29/08/2012	05/09/2012		47,544	269	
29/08/2012	26/09/2012	28	60,837	344	349
29/08/2012	26/09/2012		62,551	354	
29/08/2012	26/09/2012		55,061	312	
VALORES DESCARTADOS					

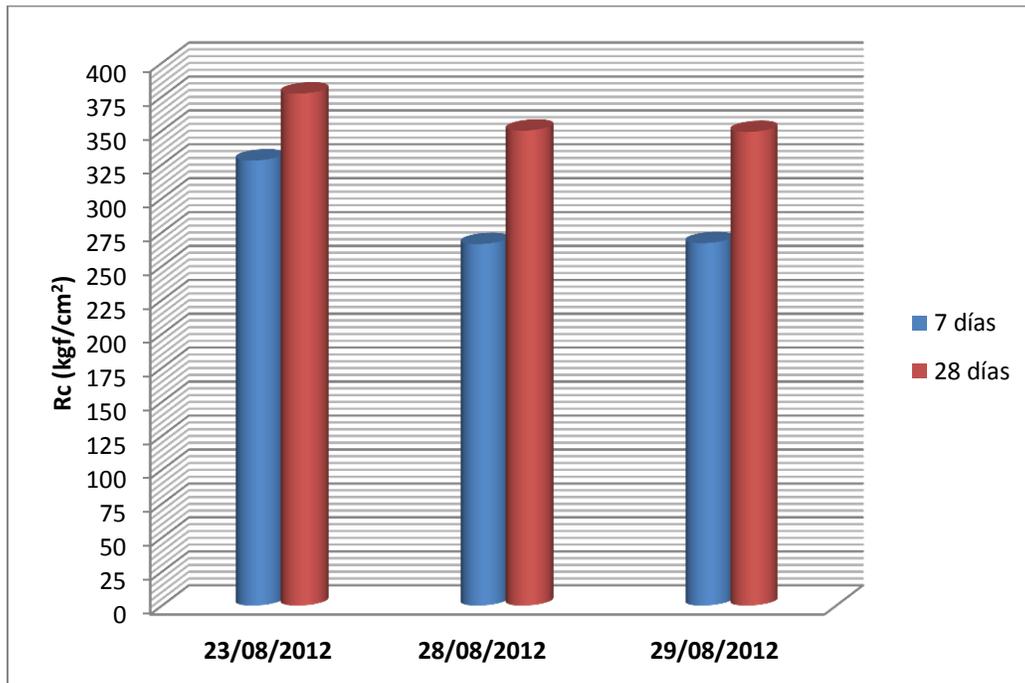


Gráfico 14 “Comparación de resistencia: Mezcla media con aditivo” Fuente: Elaboración propia

La mezcla supera los valores mínimos para ambas edades, con esto se verifica que el diseño proporcionó valores de resistencia a la compresión mayor a 280 kgf/cm^2 a los 28 días. En el gráfico 14 es apreciable como se logra mantener una variabilidad reducida para la resistencia en dicha edad. Con la aplicación del aditivo la resistencia aumentó moderadamente ya que este no es capaz de densificar la mezcla mucho más allá de lo que la granulometría otorga por sí sola.



Figura 11 “Mezcla media con aditivo ensayada a compresión a los 28 días”

Tabla 21 “Resistencia a la compresión: Mezcla fina con aditivo” Fuente: Elaboración propia

Fecha Elab.	Fecha Ensayo	Edad (días)	Carga (tonf)	Rc (kgf/cm ²)	Rc prom (kgf/cm ²)
23/08/2012	30/08/2012	7	56,033	317	322
23/08/2012	30/08/2012		57,613	326	
23/08/2012	30/08/2012		50,659	286	
23/08/2012	20/09/2012	28	68,58	388	372
23/08/2012	20/09/2012		64,78	367	
23/08/2012	20/09/2012		63,588	360	
28/08/2012	04/09/2012	7	49,014	277	277
28/08/2012	04/09/2012		48,927	277	
28/08/2012	04/09/2012		49,322	277	
28/08/2012	25/09/2012	28	64,236	364	366
28/08/2012	25/09/2012		63,898	362	
28/08/2012	25/09/2012		65,694	372	
29/08/2012	05/09/2012	7	43,22	245	250
29/08/2012	05/09/2012		44,094	250	
29/08/2012	05/09/2012		44,826	254	
29/08/2012	26/09/2012	28	58,768	333	333
29/08/2012	26/09/2012		58,263	330	
29/08/2012	26/09/2012		59,305	336	
VALORES DESCARTADOS					

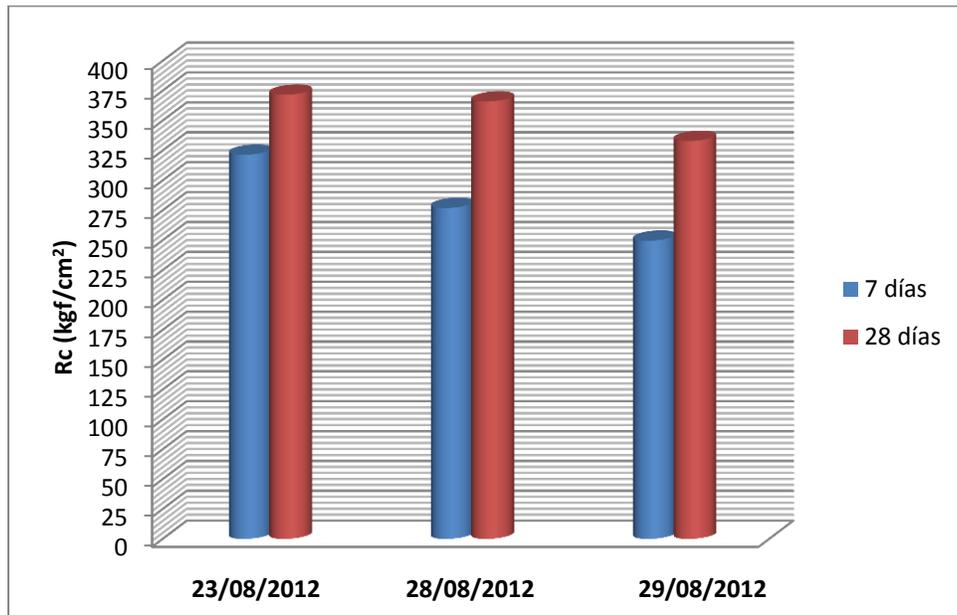


Gráfico 15 “Comparación de resistencia: Mezcla fina con aditivo” Fuente: Elaboración propia



Figura 12 “Mezcla Fina con aditivo ensayada a compresión a los 28 días”

Las resistencias superan los valores mínimos esperados, tal como se expresan en la tabla 21, una vez más el comportamiento de la mezcla endurecida a los 28 días supera el valor solicitado de 280 kgf/cm², en el gráfico 15 se aprecia la tendencia del comportamiento de resistencias a los 28 días de edad hacia resultados similares entre sí. Con respecto a la mezcla fina sin aditivo, sí se obtuvo un aumento de marcada diferencia de resultados de resistencia, en promedio para cada día de mezclado se logró aumentar más de 25 kgf/cm², esto tiene lugar debido a que el aditivo plastificante permite el mejor reacomodo de las partículas, generando una mezcla más densa y por lo tanto elevando sus valores de resistencia.

Tabla 22. “Resistencias promedio” Fuente: Elaboración propia

Mezcla	Rc 7 días (kgf/cm²)	Rc 28 días (kgf/cm²)
Gruesa sin aditivo	266	335
Media sin aditivo	248	340
Fina sin aditivo	240	321
Gruesa con aditivo	246	333
Media con aditivo	267	359
Fina con aditivo	263	357
Patrón	252	345

En resumen, se evidencia en la tabla 22, que para todas las mezclas con las diferentes granulometrías se lograron valores de resistencia a la compresión muy superior a lo solicitado por el diseño tanto para los 7 como a los 28 días, lo cual resulta ventajoso ya que se cumple satisfactoriamente el objetivo. Así mismo se observa que las mezclas con granulometría fina y media, ambas con aditivo, fueron las de mayores resultados cerca de 360 kgf/cm² a los 28 días, casi un 30% por encima a lo exigido en el diseño de mezclas.

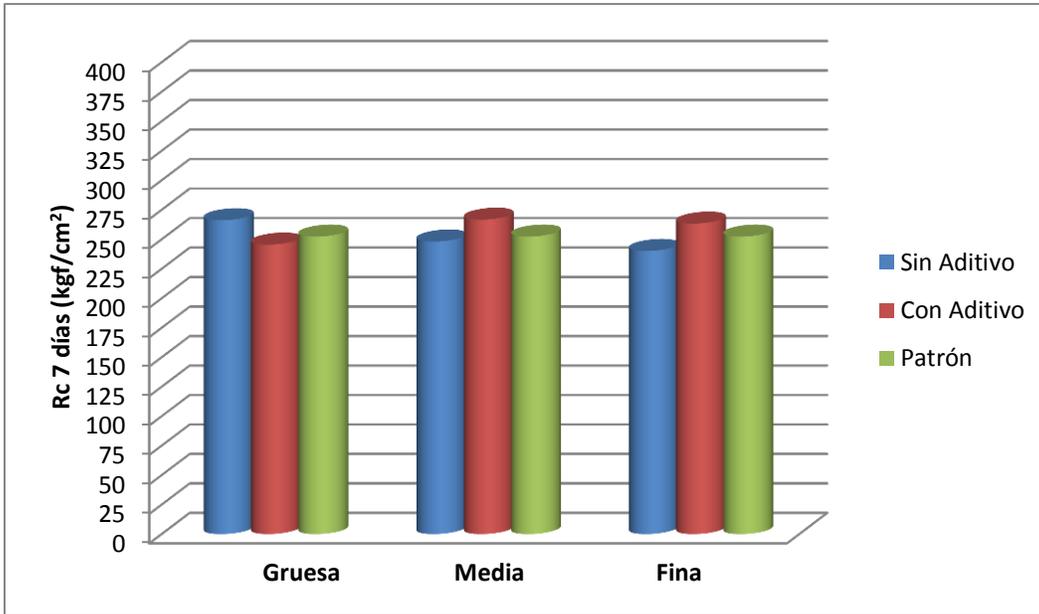


Gráfico 16 “Comparación de resistencia a la compresión: edad 7 días” Fuente: Elaboración propia

En esta gráfica se puede observar que la mezcla con granulometría gruesa tuvo una caída de resistencia con el aditivo plastificante de 20 kgf/cm², caso contrario a las mezclas media y fina, en las cuales aumentó esta propiedad en 19kgf/cm² y 36 kgf/cm² respectivamente.

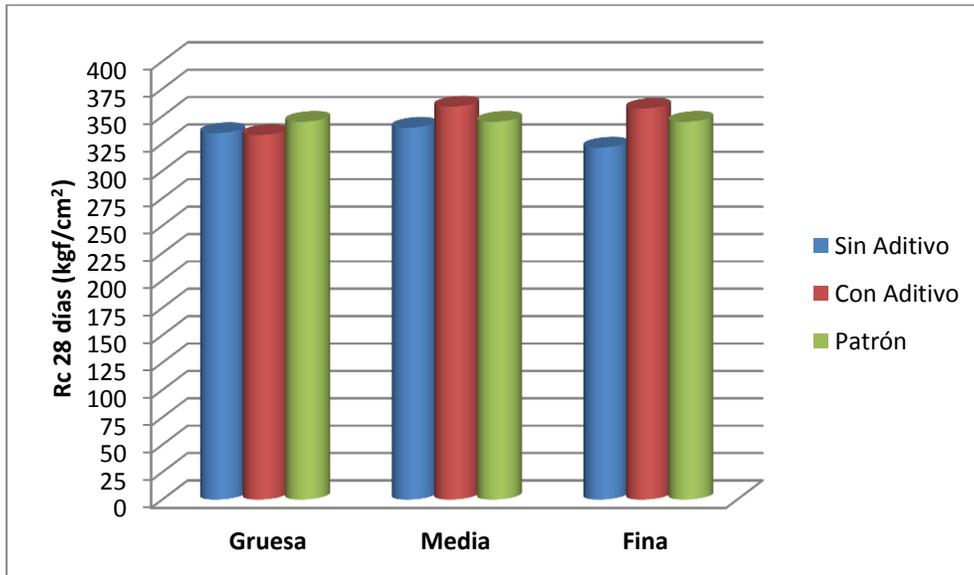


Gráfico 17 “Comparación de resistencia a la compresión: edad 28 días” Fuente: Elaboración propia

En promedio, para esta edad de ensayo se observa que la mezcla gruesa en las dos condiciones, con y sin aditivo, no alcanza la resistencia desarrollada por la patrón, por su parte, las mezclas de granulometría media y fina, ambas con aditivo, logran superarla favorablemente, lo cual confirma que este colabora en cierta medida al desarrollo de la resistencia del concreto, debido a que produce reducción de los espacios vacíos en las mezclas, haciéndolas más densas.

La mezcla media con aditivo proporcionó el valor máximo de resistencia a la compresión con 359 kgf/cm^2 , esto es de esperarse puesto que su granulometría encaja exactamente dentro de los límites que establece la norma; sin embargo, la mezcla fina con aditivo se encuentra solo 2 kgf/cm^2 por debajo de la primera con 357 kgf/cm^2 .

Es importante señalar que las mezclas media y fina no solo superan en resistencia a la patrón sino que además se comportan de manera similar entre ellas, lo que permite inferir que ambas granulometrías admiten un mejor reacomodo de partículas, reduciendo también los intersticios presentes; esto se esperaba de la mezcla de granulometría media, pues se encuentra bien distribuida dentro de los límites normativos, pero obtener un desempeño similar, con la mezcla fina, representa gran avance con materiales fuera del límite establecido en la norma.

IV.7.- Comportamiento de falla de las probetas

En el punto anterior se presentaron imágenes tomadas para el conjunto de mezclas del 28/08/2012, particularmente el ensayo a compresión a los 28 días. El comportamiento en el resto de los días de ensayo fue similar

En general el patrón de falla obtenido a través del ensayo a compresión de las diferentes mezclas se comportó según lo esperado, observando una falla por tracción inducida en la mayoría de los casos, es decir, al aplicar la carga axial sobre las probetas, se produjo esfuerzos de tracción en el sentido transversal y,

siendo el concreto un material con baja resistencia a este tipo de solicitaciones se produce el desprendimiento del material en los laterales de la probeta, resultando un patrón con tendencia a un cono doble.

IV.8.- Comparación de mezclas

A continuación en las tablas 23 y 24 se comparan todas las mezclas tomando en cuenta las diferentes variables analizadas, trabajabilidad, resistencia a la compresión y segregación.

Tabla 23. “Variables de evaluación. Mezclas sin aditivo”. Fuente: Elaboración propia

	Diseño	Gruesa	Media	Fina	Patrón
Rc 28 días (kgf/cm²)	280	335	340	321	345
Asentamiento (pulg.)	4	6,42	5,50	2,25	4,50
Segregación	NO	SI	NO	NO	SI

Tabla 24. “Variables de evaluación. Mezclas sin aditivo”. Fuente: Elaboración propia

	Diseño	Gruesa	Media	Fina	Patrón
Rc 28 días (kgf/cm²)	280	333	359	357	345
Asentamiento (pulg.)	4	7,75	6,83	3,00	4,50
Segregación	NO	SI	NO	NO	SI

Tomando en cuenta que todas las mezclas propuestas, gruesa, media y fina, con y sin aditivo, proporcionaron valores de resistencia superiores a los 280 kgf/cm² a los 28 días, siendo este el de evaluación, se presenta a continuación la gradación con la dosis de cemento Portland I que resultó mejor desde todos los puntos de vista, para su elección se consideraron las variables asentamiento, segregación y resistencia a la compresión. La gradación de agregados que mejor se adapta simultáneamente a las condiciones establecidas al inicio de la investigación es la **granulometría fina**, con un asentamiento promedio de 4 ½” y una resistencia a la compresión de 357 kgf/cm² a los 28 días, no tiende a la

segregación y representa un diseño nuevo con agregados gruesos por encima del límite granulométrico superior normativo.

Cabe destacar, que la mezcla media sin aditivo se comporta de acuerdo al diseño, esto comprueba que una distribución dentro de los límites de la norma es la mejor opción y sería ideal recrear esta condición en todas las situaciones de mezclado.

Tabla 25. “Gradación de agregado grueso final. Mezcla Fina” Fuente: Elaboración propia

Cedazo	% Retenido	Retenido acumulado	% Pasante acumulado
1½"	0,0	0,0	100,00
1"	2,7	2,7	97,32
¾"	4,0	6,7	93,33
½"	20,0	26,7	73,33
⅜"	26,7	53,3	46,67
¼"	46,7	100,0	0,00
P. ¼"	0,0	100,0	0

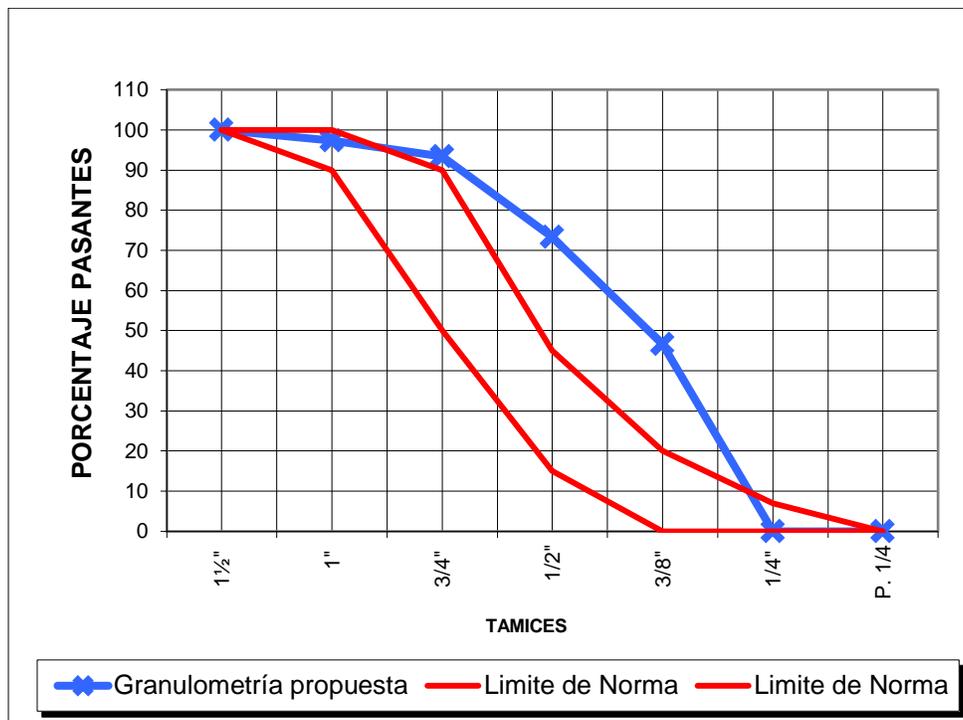


Gráfico 18 “Curva granulométrica de agregado grueso final. Mezcla Fina” Fuente: FNC

Tabla 26 “Dosificación final” Fuente: Elaboración propia

Dosificaciones (1m³)	
Cemento (kgm)	337
Agua (kgm)	204
Agregado Grueso (kgm)	871
Agregado Fino (kgm)	906
Aditivo POLYHEED-755 (lts)	1,32

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V.1.- Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos se presentan las siguientes conclusiones:

1. La mezcla con granulometría media tuvo un comportamiento más cercano al patrón en términos de asentamiento y resistencia, por lo tanto se adapta mejor al diseño.
2. El asentamiento disminuye a medida que los tamaños de grano son más pequeños, razón por la cual es necesario el uso de aditivos plastificantes con granulometrías que tienden a los finos, para acercar su comportamiento a los patrones de diseño.
3. La distribución de agregados que tiende a un tamaño grueso, contribuye a la separación de los áridos entre sí, por lo tanto, el transporte y la colocación de estas mezclas requieren mayor control y cuidado. Contraria a esta situación sucede con agregados medios y finos, donde no se manifiesta este fenómeno de segregación.
4. Todas las mezclas superaron el valor de resistencia del diseño, 280 kgf/cm², lo cual refleja que con diferentes granulometrías es posible reproducir el comportamiento de la mezcla en estado endurecido.

Finalmente, obedeciendo los objetivos previstos, se confirmó que mezclas con granulometrías gruesas, aun cumpliendo con la resistencia, inducen a la aparición de intersticios y el uso de aditivos no contrarresta esta situación debido a la segregación; mientras que una distribución de granos con tendencia a los finos, apoyada con el uso de aditivos plastificantes, genera mezclas más densas y eleva

los valores de resistencia a la compresión, lo cual significa un logro importante debido a que se obtiene una solución alternativa ante la disponibilidad de este tipo de gradación.

En definitiva, variando la granulometría de las mezclas con una misma dosificación de pasta, inclinándose hacia la densificación de las mismas, se pueden elevar los valores de resistencia a la compresión y reproducirlos sin importar la combinación, siempre y cuando se mantenga el principio de disminución de espacios vacíos.

V.2.- Recomendaciones

- Estudiar mezclas con granulometrías gruesas que proporcionen valores de asentamiento ajustados al diseño y que presente un comportamiento acorde al desarrollo de resistencia a la compresión de una mezcla de concreto.
- Sugerir a los proveedores de agregados gruesos a trabajar, en la medida de lo posible, con granulometrías dentro de los límites normativos, o evitando el predominante grueso, para evitar problemas de asentamientos indeseados y segregación.
- Usar la mayor cantidad de tamaños de agregado con la finalidad de densificar la mezcla.
- Realizar el análisis de nuevas mezclas, manteniendo las granulometrías propuestas, variando la relación α (agua/cemento), para determinar hasta qué punto puede disminuirse la cantidad de cemento asegurando valores de resistencia iguales o mayores a 280 kgf/cm^2 .
- Continuar la elaboración de trabajos de investigación en este tema, añadiendo la modificación de la variable β (proporción de agregado fino), a fin de verificar si se alcanzan mezclas más densas.
- Usar aditivos plastificantes, cuando se trabajen con granulometrías predominantemente finas para mejorar su trabajabilidad.
- Elaborar trabajos de investigación donde se relacione directamente la dosificación de aditivos plastificantes con la resistencia a la compresión de mezclas de concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Comité Conjunto del Concreto Armado.** *Ensayos de laboratorio y especificaciones.* (1976). Caracas.
- **Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., & Velazco, G.** (2009). *Manual del Concreto Estructural.* Caracas: SIDETUR.
- **Rosario, Roberto; Rodríguez, Iván; Acevedo José; Porrero, Joaquín; Espinoza Álvaro.** (1980). *Curso sobre “TECNOLOGIA DEL CONCRETO”.* Ciudad Guayana. Asociación Venezolana de Productores de Cemento.

- COVENIN 28:2002 *“Cemento Portland. Especificaciones”.*
- COVENIN 254:1998 *“Cedazos de Ensayo”.*
- COVENIN 255:1998 *“Agregados. Determinación de la composición granulométrica”.* COVENIN 263:1978 *“Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”*
- COVENIN 268:1998 *“Agregado fino. Determinación de la densidad y absorción”*
- COVENIN 269:1998 *“Agregado grueso. Determinación de la densidad y absorción”.*
- COVENIN 270:1998 *“Agregados. Extracción de muestras para morteros y concretos COPANT 3:2-005”.*
- COVENIN 272:1978 *“Método de ensayo para determinar la humedad superficial en el agregado fino”.*
- COVENIN 277:2000 *“Concreto. Agregados. Requisitos”.*
- COVENIN 338:2002 *“Concreto. Método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindros de concreto”.*
- COVENIN 339:2003 *“Método para la medición del asentamiento con el cono de Abraham”.*
- COVENIN 354:2001 *“Concreto. Método para mezclado en el laboratorio”*
- COVENIN 356:1994 *“Aditivos utilizados en el concreto. Especificaciones”.*

- COVENIN 1976:2003 “*Concreto. Evaluación y Métodos de Ensayo*”
- COVENIN 3134:1994 “*Cemento Portland con adiciones. Especificaciones*”.
- FONDONORMA 255-2006 “*Agregados. Determinación de la composición granulométrica*”

ANEXO A.

Caracterización de agregados finos y agregados gruesos

ENSAYO DE AGREGADO FINO

Código del Documento: **PC-CC-R-01**

Revisión: **3**

Nº de Pág
1 de 1

Fecha de Elaboración: **mar-11**

Caracas, **6-sep-2012**

MATERIAL: ARENA (Entrada a Planta)
ENSAYO SOLICITADO POR: LABORATORIO
MUESTRA SACADA POR: MICHEL JIMENEZ **FECHA:** AGOSTO
ENTREGADO POR: MICHEL JIMENEZ **FECHA:** AGOSTO
PROCEDENCIA: FNC CONCRETO PLANTA
USO REQUERIDO: AGREGADO PARA CONCRETO
PROCEDENCIA: APONTE

ENSAYO GRANULOMETRICO NVF 255:2006				
CEDAZO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDOS ACUMULADOS	% PASANTES
1/2"				
3/8"	2	0,2	0,2	99,8
1/4"		0,0	0,2	99,8
# 4	130	13,0	13,2	86,8
# 8	156	15,6	28,7	71,3
# 16	168	16,8	45,5	54,5
# 30	194	19,4	64,9	35,1
# 50	203	20,3	85,1	14,9
# 100	93	9,3	94,4	5,6
# 200	33	3,3	97,7	2,3
Fondo	23	2,3	100,0	0,0
Peso T.	1002 g	100,0		

Factor	0,099800399	MODULO DE FINURA (MF) =	3,32
--------	-------------	--------------------------------	-------------

DENSIDAD NVF 269:2006
 Densidad Muestra+Envase: 692,99 gr/cm³
 Peso del Envase: 194 g
 Peso del Envase + H₂O: 161 g
 P. del Envase + H₂O + Muestra: 1000 g
 Peso de La Muestra: 500 g
 Densidad del H₂O: 0,99797 cm³
DENSIDAD: 2,58 g/cm³

PORCENTAJE DE ABSORCION NVF 269:2006
 Peso SSS: 500 g
 Peso Seco: 492 g
PORC ABS: 1,63 %

MASA UNITARIA SUELTA NVF 263:2008
 Temperatura: 22 °C
 Peso Unitario H₂O: 997,6268
 Peso del Agua: 2,815 Kg
 Peso Recipiente: 6,558 Kg
 Peso Muestr. + Recip.: 11,329 Kg
 Peso Muestra: 4,771 Kg
 Factor: 354,39673 m³

MASA UNITARIA COMPACTA NVF 263:2008
 Temperatura: 22 °C
 Peso Unitario H₂O: 997,6268
 Peso del Agua: 2,815 Kg
 Peso Recipiente: 6,558 Kg
 Peso Muestra + Recipiente: 11,715 Kg
 Peso Muestra: 5,157 Kg
 Factor: 354,39673 m³

MASA UNITARIA SUELTA: 1,691 Kg/m³

MASA UNITARIA COMPACTA: 1,827 Kg/m³

TAMIZ # 200 NVF 258:2009
 Peso Lav.Ta # 200: 1000 g
 Peso Sec.D.Lav.: 955 g
TAMIZ # 200: 4,50%

PORCENTAJE EN SUSPENSION NVF 259:2009
 Cant de Mat en Suspensión: 20 cm³
 Cant de Muestra: 500 g
PORCENTAJE EN SUSPENSION 2,40 %

IMPUREZAS ORGANICAS NVF 256:1977
 Color N° 2
NO Contiene impurezas.

PRESENCIA DE CLORUROS Y SULFATOS
 Cloruro: SI NO
 Sulfato: SI NO

Fecha: 06/09/12 Realizado por: GENESIS VIVAS Revisado por: Maria Rodriguez

ENSAYO DE AGREGADO GRUESO

Código del Documento: PC-CC-R-02

Revisión: 3

Nº de Pág

Fecha de Elaboración: abr-11

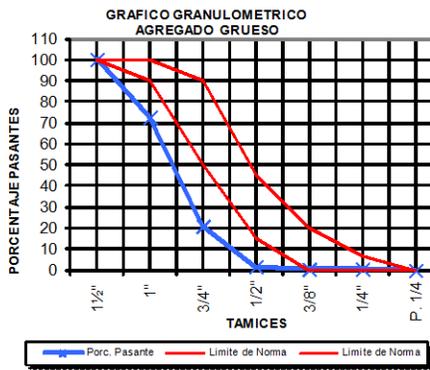
1 de 1

Caracas, 3-ago-2012

MATERIAL: PIEDRA N°1
ENSAYO SOLICITADO POR: F.N.C. CONCRETO
MUESTRA SACADA POR: MICHEL JIMENEZ **FECHA:** JULIO
MUESTRA ENTREGADA POR: MICHEL JIMENEZ **FECHA:** JULIO
PROCEDENCIA: F.N.C. CONCRETO PLANTA CUATRE
USO REQUERIDO: AGREGADO PARA CONCRETO
MATERIAL PRODUCIDO O VENDIDO POR: MELERO

ENSAYO GRANULOMÉTRICO NVF 255:2006

CEDAZO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDOS ACUMULADOS	% PASANTES ACUMULADO
2 1/2"				
2"				
1 1/2"		0,0	0,0	100,0
1"	27,0	27,1	27,1	72,9
3/4"	5178	519	79,9	21,0
1/2"	1926	19,3	99,3	1,7
3/8"	102	1,1	99,4	0,6
1/4"	9	0,1	99,5	0,5
P. 1/4"	48	0,5	100,0	0,0
Peso T.	9.983 g			



DENSIDAD NVF 269:2006

Peso en el Aire: 8.000 g
Peso en el Agua: 5.044 g
DENSIDAD: 2,71 g/cm³

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN NVF 269:2006

Peso Mues. S.S.: 8.000 g
Peso Seco: 7.945 g
PORC. ABS: 0,69 %

MASA UNITARIA SUELTA NVF 263:2008

Temperatura: 23 °C
Peso Unitario H2O: 997,3962
Peso del Agua: 11,08 Kg
Peso Recipiente: 7,530 Kg
Peso Muest. +Recip.: 27,370 Kg
Peso Muestra: 19,840 Kg
Factor: 70,69721 m³

MASA UNITARIA COMPACTA NVF 263:2008

Temperatura: 23 °C
Peso Unitario H2O: 997,3962
Peso del Agua: 11,08 Kg
Peso Recipiente: 7,530 Kg
Peso Muestra +Recipiente: 30,050 Kg
Peso Muestra: 22,520 Kg
Factor: 70,69721 m³

MASA UNITARIA SUELTA: 1.403 Kg/m³

MASA UNITARIA COMPACTA: 1.592 Kg/m³

TAMIZ # 200 NVF 258:2009

Peso Lav.Ta # 200: 5.000 g
Peso Sec.D.Lav.: 4.952 g
TAMIZ # 200: 0,96%

PORCENTAJE DE PARTÍCULAS (PLANAS, LARGAS O PLANI-LARGAS) NVF 264:2007

Número Partículas Medidas: 60
Número de Part. Largas: 27
%Part. Largas: 45
Número de Part. Planas: 16
%Part. Planas: 27
Número de Part. Planilargas: 43
%Part. Planilargas: 72
Número de Partículas: 17
Porcentaje Max Mín: 28,33

Fecha: 03/08/12 **Realizado por:** MICHEL JIMENEZ **Revisado por:** María Rodríguez

ANEXO B

Caracterización del cemento Portland tipo I-R.



PO-OD-R-29

GERENCIA DE OPTIMIZACION
INFORME DE LABORATORIO

ULTRA

MATERIAL: CEMENTO PORTLAND TIPO I - R
PUNTO DE DESPACHO: SILO 1
PLANTA OCUMARE DEL TUY

CERTIFICADO DE CALIDAD 20-Ago-12

VARIABLES	UNIDAD	REQUISITOS COVENIN 28	*VALOR PROMEDIO EN ULTIMOS 15 DIAS
ANÁLISIS FÍSICO			
SUP. BLAINE	m ² /kg	280 mínimo.	386
Fraguado Inicial Vicat	minutos	> 45 min	102
Fraguado Final Vicat	minutos	< 480 min	231
Resistencia Compresión, 3 Días	MPa	> 13,0	23,1
Resistencia Compresión, 7 Días	MPa	> 20,9	31,0
Resistencia Compresión, 28 Días	MPa	> 33,3	39,7
ANÁLISIS QUÍMICO			
SO ₃	%	4,0 Máx	2,60
P.F.	%	5,5 Máx	1,2
R.I.	%	1,5 Máx	0,5

OBSERVACIONES

El presente certificado corresponde al promedio de la molienda del cemento Tipo IR- Ultra de las producciones desde el : 13/08/12 hasta 19/08/12

Valido desde el 20/08/12 al 26/08/12

JEFE DE CALIDAD
YULY REYES

ANEXO C
Diseños de mezcla.



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág
	Fecha de Elaboración: dic-09	1 de 2

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 1:50 PM	
Uso del Concreto:	PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 23-ago-12

REQUERIMIENTOS			
Aditivos:	5	Peso Mín. Cem./m³= 377	Kg.
Compresión=	280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
Rc. 28 días	Flexión=	Asentamiento= 4	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m³ DE MEZCLA	Sacos m³ = 8,87
--	-----------------------------------

Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad		
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo		
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco		
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#;DIV/0!	% HUM	#;DIV/0!	#;DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#;DIV/0!			

PESO TOTAL DE LA MEZCLA: 2358 Kg.	Volumen: #;DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =	0,050 m³.

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					11,524	8,52
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55		2,00	-2,00	-0,871	42,68	42,68
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					-1,324		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	114,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	6 3/4	Pulg.	Tara del Envase = 3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,030	Kg.	Volumen del Envase = 0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,670	Kg.	
Densidad de la Mezcla =	2361,19	Kg/m³	Observaciones:
Volumen de la Mezcla=	0,050	m³	MEZCLA GRUESA SIN ADITIVO
Contenido de Aire=	1	%	



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 3:02 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 23-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m ³ = 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)= 0,541114058	
	Flexión=	Asentamiento= 4	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua:	ACUEDUCTO
Cemento:	F.N.C
Arena:	ARENA APONTE
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam. Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#;DIV/0!	% HUM #;DIV/0! #;DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#;DIV/0!	

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen:	#;DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =			0,050 m ³ .

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					8,519	8,50
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	6,90	2,00	4,90	2,134	45,68	45,68
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
Aditivo: Polyheed 755	65,975	0,05			1,681		
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,88 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	7 1/4 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,080 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,720 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2368,27 Kg/m ³	Observaciones:	MEZCLA GRUESA CON ADITIVO
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³		
Contenido de Aire =	1,1 %		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 2:13 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 23-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m ³ = 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Kg/cm ² .	Relación a/c (R a/c)= 0,541114058
	Flexión=	Kg/cm ² .	Asentamiento= 4 Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua:	ACUEDUCTO
Cemento:	F.N.C
Arena:	ARENA APONTE
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam. Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#;DIV/0!	% HUM #;DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#;DIV/0!	#;DIV/0!

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen: #;DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =		0,050 m ³ .

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					11,524	8,52
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55		2,00	-2,00	-0,871	42,68	42,68
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					-1,324		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	114,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	5 3/4 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,090 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,730 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2369,69 Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³		MEZCLA MEDIA SIN ADITIVO
Contenido de Aire =	0,9 %		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 3:25 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 23-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 4	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua:	ACUEDUCTO
Cemento:	F.N.C
Arena:	ARENA APONTE
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA	Sacos m ³ = 8,87
--	-----------------------------

Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad		
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo		
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco		
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#1DIV/0!	% HUM	#1DIV/0!	#1DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#1DIV/0!			

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen:	#1DIV/0! m ³ .
--------------------------	----------	----------	---------------------------

DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =	0,050 m ³ .
--	------------------------

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					11,524	8,52
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55		2,00	-2,00	-0,871	42,68	42,68
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					-1,324		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg	TOTAL			117,90 Kg	114,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	6 3/4 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,020 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,660 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2359,77 Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³	MEZCLA MEDIA CON ADITIVO	
Contenido de Aire =	1,4 %		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 2:36 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 23-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m ³ = 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Kg/cm ² .	Relación a/c (R a/c)= 0,541114058
	Flexión=	Kg/cm ² .	Asentamiento= 4 Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua:	ACUEDUCTO
Cemento:	F.N.C
Arena:	ARENA APONTE
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam. Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA							Sacos m ³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad	
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo	
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco	
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#;DIV/0!	% HUM	#;DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#;DIV/0!		#;DIV/0!

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen:	#;DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =			0,050 m ³ .

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					11,524	8,52
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55		2,00	-2,00	-0,871	42,68	42,68
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					-1,324		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	114,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	3/4 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,040 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,680 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2362,61 Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³	MEZCLA FINA SIN ADITIVO	
Contenido de Aire =	1,9 %		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 3:53 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 23-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 4	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1: CANTERA MELERO	
Agreg. Grueso Nº2:	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#;DIV/0!	% HUM #;DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#;DIV/0!	#;DIV/0!

PESO TOTAL DE LA MEZCLA: 2358 Kg.	Volumen: #;DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó = 0,050 m ³ .	

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					11,524	8,52
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55		2,00	-2,00	-0,871	42,68	42,68
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					-1,324		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	114,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento = 3 1/2 Pulg.	Tara del Envase = 3,36	Kg.	
Tara Env. + Mezcla = 19,780 Kg.	Volumen del Envase = 0,007	m ³	
Peso Neto Mezcla = 16,420 Kg.			
Densidad de la Mezcla = 2325,78 Kg/m ³	Observaciones: MESZCLA FINA CON ADITIVO		
Volumen de la Mezcla = 0,051 m ³			
Contenido de Aire = 2 %			



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 4:16 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 23-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m ³ = 329	Kg.	
Compresión= 280	Kg/cm ² .	Relación a/c (R a/c)= 0,501519757	
Rc. 28 días	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1: CANTERA MELERO	
Agreg. Grueso Nº2:	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 7,74	
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad	
% de Aire		0,010	Arena	930	0,3605	P. Humedo	
Agua	165	0,165	Polvillo			P. Seco	
Cemento	329	0,106	Piedra	950	#;DIV/0!	% HUM	#;DIV/0!
Pasta	494	0,281	Agreg.	1880	#;DIV/0!		#;DIV/0!

PESO TOTAL DE LA MEZCLA: 2374 Kg. Volumen: #;DIV/0! m³.

DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó = 0,050 m³.

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	8,250					6,447	6,40
Cemento	16,45					16,45	16,45
Arena	46,50	6,90	2,00	4,90	2,279	48,78	48,78
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	47,50		1	-1,00	-0,475	47,03	47,03
					1,804		
Aditivo: Polyheed 755	57,575	0,05					
TOTAL	118,70	Kg			TOTAL	118,70 Kg	118,65 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento = 1/4 Pulg.	Tara del Envase = 3,36		Kg.
Tara Env. + Mezcla = 20,280 Kg.	Volumen del Envase = 0,007		m ³
Peso Neto Mezcla = 16,920 Kg.			
Densidad de la Mezcla = 2396,60 Kg/m ³	Observaciones:		
Volumen de la Mezcla = 0,050 m ³	MEZCLA PATRÓN CON ADITIVO (DISEÑO FNC)		
Contenido de Aire = 2,8 %			



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 8:37 AM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m ³ = 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Kg/cm ² .	Relación a/c (R a/c)= 0,541114058
	Flexión=	Kg/cm ² .	Asentamiento= 5 Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1: CANTERA MELERO	
Agreg. Grueso Nº2:	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA				Sacos m ³ = 8,87	
--	--	--	--	-----------------------------	--

Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad		
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo		
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco		
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#DIV/0!	% HUM	#DIV/0!	#DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#DIV/0!			

PESO TOTAL DE LA MEZCLA: 2358 Kg.	Volumen: #DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó = 0,050 m ³ .	

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					8,445	8,45
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	7,07	2,00	5,07	2,208	45,76	45,76
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					1,755		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento = 5 1/2 Pulg.	Tara del Envase = 3,36	Kg.	
Tara Env. + Mezcla = 20,240 Kg.	Volumen del Envase = 0,007	m ³	
Peso Neto Mezcla = 16,880 Kg.			
Densidad de la Mezcla = 2390,93 Kg/m ³	Observaciones: MEZCLA GRUESA SIN ADITIVO		
Volumen de la Mezcla = 0,049 m ³			
Contenido de Aire = 1,1 %			



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 9:44 AM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua:	ACUEDUCTO
Cemento:	F.N.C
Arena:	ARENA APONTE
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#;DIV/0!	% HUM #;DIV/0! #;DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#;DIV/0!	

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen:	#;DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =		0,050 m ³ .	

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					8,445	8,45
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	7,07	2,00	5,07	2,208	45,76	45,76
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
Aditivo: Polyheed 755	65,975	0,05			1,755		
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	8 1/2 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,170 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,810 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2381,02 Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³	GRUESA CON ADITIVO. polyheed 65,97	
Contenido de Aire =	1,6 %		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 8:59 AM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1: CANTERA MELERO	
Agreg. Grueso Nº2:	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#1DIV/0!	% HUM #1DIV/0! #1DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#1DIV/0!	

PESO TOTAL DE LA MEZCLA: 2358 Kg.	Volumen: #1DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =	0,050 m ³ .

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					8,445	8,45
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	7,07	2,00	5,07	2,208	45,76	45,76
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					1,755		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento = 4	Pulg.	Tara del Envase = 3,36	Kg.
Tara Env. + Mezcla = 20,220	Kg.	Volumen del Envase = 0,007	m ³
Peso Neto Mezcla = 16,860	Kg.		
Densidad de la Mezcla = 2388,10	Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla = 0,049	m ³	MEZCLA MEDIA SIN ADITIVO	
Contenido de Aire = 1,1	%		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 10:06 AM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1: CANTERA MELERO	
Agreg. Grueso Nº2:	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA	Sacos m ³ = 8,87
--	-----------------------------

Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad		
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo		
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco		
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#DIV/0!	% HUM	#DIV/0!	#DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#DIV/0!			

PESO TOTAL DE LA MEZCLA: 2358 Kg.	Volumen: #DIV/0! m ³ .
-----------------------------------	-----------------------------------

DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =	0,050 m ³ .
--	------------------------

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					8,445	8,45
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	7,07	2,00	5,07	2,208	45,76	45,76
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					1,755		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento = 7	Pulg.	Tara del Envase = 3,36	Kg.
Tara Env. + Mezcla = 19,980	Kg.	Volumen del Envase = 0,007	m ³
Peso Neto Mezcla = 16,620	Kg.		
Densidad de la Mezcla = 2354,11	Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla = 0,050	m ³	MEDIA CON ADITIVO. polyheed 65,97	
Contenido de Aire = 2	%		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 9:23 AM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m ³ = 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua:	ACUEDUCTO
Cemento:	F.N.C
Arena:	ARENA APONTE
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#DIV/0!	% HUM #DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#DIV/0!	#DIV/0!

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen:	#DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =			0,050 m ³ .

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					8,445	8,45
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	7,07	2,00	5,07	2,208	45,76	45,76
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					1,755		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	2 1/4 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,130 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,770 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2375,35 Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³	MEZCLA FINA SIN ADITIVO	
Contenido de Aire =	1,6 %		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 10:31 AM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 29-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m ³ = 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua:	ACUEDUCTO
Cemento:	F.N.C
Arena:	ARENA APONTE
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#1DIV/0!	% HUM #1DIV/0! #1DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#1DIV/0!	

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen:	#1DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =		0,050 m ³ .	

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					8,445	8,45
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	7,07	2,00	5,07	2,208	45,76	45,76
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					1,755		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	3	Pulg.	Tara del Envase = 3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,030	Kg.	Volumen del Envase = 0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,670	Kg.	
Densidad de la Mezcla =	2361,19	Kg/m ³	Observaciones:
Volumen de la Mezcla =	0,050	m ³	FINA CON ADITIVO. POLYHEED 65,97
Contenido de Aire =	2	%	



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 10:59 AM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Mín. Cem./m ³ = 329	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,501519757
	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1: CANTERA MELERO	
Agreg. Grueso Nº2:	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 7,74
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	930	0,3605	P. Humedo
Agua	165	0,165	Polvillo			P. Seco
Cemento	329	0,106	Piedra	950	#;DIV/0!	% HUM #;DIV/0!
Pasta	494	0,281	Agreg.	1880	#;DIV/0!	#;DIV/0!

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2374 Kg.	Volumen:	#;DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =			0,050 m ³ .

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	8,250					6,367	6,37
Cemento	16,45					16,45	16,45
Arena	46,50	7,07	2,00	5,07	2,358	48,86	48,86
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	47,50		1	-1,00	-0,475	47,03	47,03
					1,883		
		0,05					
TOTAL	118,70	Kg			TOTAL	118,70 Kg	118,70 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	1 1/2 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,200 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,840 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2385,27 Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³	PATRON. POLYHEED 57,57 (DISEÑO FNC)	
Contenido de Aire =	2,2 %		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 2:24 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1: CANTERA MELERO	
Agreg. Grueso Nº2:	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#;DIV/0!	% HUM #;DIV/0! #;DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#;DIV/0!	

PESO TOTAL DE LA MEZCLA: 2358 Kg.	Volumen: #;DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó = 0,050 m ³ .	

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					9,617	9,62
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	4,38	2,00	2,38	1,036	44,59	44,59
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					0,583		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento = 7	Pulg.	Tara del Envase = 3,36	Kg.
Tara Env. + Mezcla = 19,990	Kg.	Volumen del Envase = 0,007	m ³
Peso Neto Mezcla = 16,630	Kg.		
Densidad de la Mezcla = 2355,52	Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla = 0,050	m ³	GRUESA SIN ADITIVO	
Contenido de Aire = 0,7	%		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 3:25 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua:	ACUEDUCTO
Cemento:	F.N.C
Arena:	ARENA APONTE
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m ³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#1DIV/0!	% HUM #1DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#1DIV/0!	#1DIV/0!

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen:	#1DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =		0,050 m ³ .	

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					9,617	9,62
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	4,38	2,00	2,38	1,036	44,59	44,59
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
Aditivo: Polyheed 755	65,975	0,05			0,583		
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	7 1/2 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,100 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,740 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2371,10 Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³	GRUESA CON ADITIVO. polyheed 65,97	
Contenido de Aire =	0,7 %		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 2:45 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1: CANTERA MELERO	
Agreg. Grueso Nº2:	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA				Sacos m ³ = 8,87		
--	--	--	--	-----------------------------	--	--

Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad		
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo		
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco		
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#1DIV/0!	% HUM	#1DIV/0!	#1DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#1DIV/0!			

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen:	#1DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =		0,050 m ³ .	

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					9,617	9,62
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	4,38	2,00	2,38	1,036	44,59	44,59
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					0,583		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	6 3/4 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,040 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,680 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2362,61 Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³	MEZCLA MEDIA SIN ADITIVO	
Contenido de Aire =	1,2 %		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág
	Fecha de Elaboración: dic-09	1 de 2

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 3:48 PM	
Uso del Concreto:	PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12

REQUERIMIENTOS			
Aditivos:	5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.
Rc. 28 días	Compresión= 280	Kg/cm².	Relación a/c (R a/c)= 0,541114058
	Flexión=	Kg/cm².	Asentamiento= 5 Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1 CANTERA MELERO	
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA						Sacos m³ = 8,87
Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#;DIV/0!	% HUM #;DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#;DIV/0!	#;DIV/0!

PESO TOTAL DE LA MEZCLA: 2358 Kg.	Volumen: #;DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó = 0,050 m ³ .	

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200				9,617	9,62	
Cemento	18,85				18,85	18,85	
Arena	43,55	4,38	2,00	2,38	1,036	44,59	
Polvillo	0,00					0,00	
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	
					0,583		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90	Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento = 6 3/4 Pulg.	Tara del Envase = 3,36		Kg.
Tara Env. + Mezcla = 20,000 Kg.	Volumen del Envase = 0,007		m³
Peso Neto Mezcla = 16,640 Kg.			
Densidad de la Mezcla = 2356,94 Kg/m ³	Observaciones:		
Volumen de la Mezcla = 0,050 m ³	MEDIA CON ADITIVO. polyheed 65,97		
Contenido de Aire = 1,1 %			



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág
	Fecha de Elaboración: dic-09	1 de 2

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 3:04 PM	
Uso del Concreto:	PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12

REQUERIMIENTOS			
Aditivos:	5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.
Rc. 28 días	Compresión= 280	Kg/cm².	Relación a/c (R a/c)= 0,541114058
	Flexión=	Kg/cm².	Asentamiento= 5 Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua:	ACUEDUCTO
Cemento:	F.N.C
Arena:	ARENA APONTE
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m³	Peso Unit. C Kg/m³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m³ DE MEZCLA	Sacos m³ = 8,87
---	------------------------

Materiales	Peso Kg.	Vol. m³		Peso Kg.	Vol. m³	Humedad		
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo		
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco		
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#1DIV/0!	% HUM	#1DIV/0!	#1DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#1DIV/0!			

PESO TOTAL DE LA MEZCLA: 2358 Kg.	Volumen: #1DIV/0! m³.
--	------------------------------

DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó = 0,050 m³.

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					9,617	9,62
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	4,38	2,00	2,38	1,036	44,59	44,59
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					0,583		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg	TOTAL			117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	3 1/2	Pulg.	Tara del Envase = 3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,190	Kg.	Volumen del Envase = 0,007 m³
Peso Neto Mezcla =	16,830	Kg.	
Densidad de la Mezcla =	2383,85	Kg/m³	Observaciones:
Volumen de la Mezcla =	0,049	m³	MEZCLA FINA SIN ADITIVO
Contenido de Aire =	1,2	%	



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 4:08 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 29-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Min. Cem./m3= 377	Kg.	
Rc. 28 días	Compresión= 280	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua:	ACUEDUCTO
Cemento:	F.N.C
Arena:	ARENA APONTE
Agreg. Grueso Nº1	CANTERA MELERO
Agreg. Grueso Nº2	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA				Sacos m ³ = 8,87	
--	--	--	--	-----------------------------	--

Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad		
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo		
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco		
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#1DIV/0!	% HUM	#1DIV/0!	#1DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#1DIV/0!			

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen:	#1DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =		0,050 m ³ .	

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					9,617	9,62
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	4,38	2,00	2,38	1,036	44,59	44,59
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					0,583		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	6 3/4 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,090 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,730 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2369,69 Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³	FINA CON ADITIVO. POLYHEED 65,97	
Contenido de Aire =	1,6 %		



DISEÑO DE MEZCLA	Código del Documento: PC-CC-R-32	
	Revisión: 2	Nº de Pág: 1 de 2
	Fecha de Elaboración: dic-09	

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HOJA Nº 1			
557-XX	Solicitante: LABORATORIO	HORA: 4:31 PM	
Uso del Concreto: PRUEBA DE DISEÑO		Fecha: 28-ago-12	

REQUERIMIENTOS			
Aditivos: 5	Peso Mín. Cem./m ³ = 377	Kg.	
Compresión= 280	Kg/cm ² .	Relación a/c (R a/c)=	0,541114058
Rc. 28 días	Flexión=	Asentamiento= 5	Pulg.

NATURALEZA Y LOCALIZACION DE LOS MATERIALES	
Agua: ACUEDUCTO	
Cemento: F.N.C	
Arena: ARENA APONTE	
Agreg. Grueso Nº1: CANTERA MELERO	
Agreg. Grueso Nº2:	

VALORES DE ENSAYOS FISICOS EN LOS AGREGADOS						
Materiales	Tam.Máx Pulg.	Peso Esp g/cm ³	Absorc %	Peso Unit. S Kg/m ³	Peso Unit. C Kg/m ³	Módulo de Finura
Arena	3/8	2,58	1,63	1691	1827	3,32
Agreg. Grueso Nº1		2,71	0,69	1403	1592	
Agreg. Grueso Nº2						

DOSIFICACION TEORICA PARA 1 m ³ DE MEZCLA				Sacos m ³ = 8,87	
--	--	--	--	-----------------------------	--

Materiales	Peso Kg.	Vol. m ³		Peso Kg.	Vol. m ³	Humedad		
% de Aire		0,010	Arena	871	0,3376	P. Humedo		
Agua	204	0,204	Polvillo			P. Seco		
Cemento	377	0,122	Piedra	906	#;DIV/0!	% HUM	#;DIV/0!	#;DIV/0!
Pasta	581	0,336	Agreg.	1777	#;DIV/0!			

PESO TOTAL DE LA MEZCLA:	2358 Kg.	Volumen:	#;DIV/0! m ³ .
DOSIFICACION TEORICA VERIFICADA EN UN TERCERO DE (50 Litros) ó =		0,050 m ³ .	

Materiales	Peso kg.	Humedad de los materiales en %			Correccion de los Pesos del Agua	Peso Corr. Kg.	Peso Def. Kg.
		Nat.	Abs.	Libre			
Agua	10,200					9,617	9,62
Cemento	18,85					18,85	18,85
Arena	43,55	4,38	2,00	2,38	1,036	44,59	44,59
Polvillo	0,00						0,00
Agreg. Grueso Nº	45,30		1	-1,00	-0,453	44,85	44,85
					0,583		
		0,05					
TOTAL	117,90	Kg			TOTAL	117,90 Kg	117,90 Kg.

Resultado de Ensayos en el Concreto Fresco			
Asentamiento =	4 1/2 Pulg.	Tara del Envase =	3,36 Kg.
Tara Env. + Mezcla =	20,100 Kg.	Volumen del Envase =	0,007 m ³
Peso Neto Mezcla =	16,740 Kg.		
Densidad de la Mezcla =	2371,10 Kg/m ³	Observaciones:	
Volumen de la Mezcla =	0,050 m ³	PATRON SIN ADITIVO (DISEÑO PROPIO)	
Contenido de Aire =	1,1 %		

ANEXO D

Granulometrías de agregado grueso para mezclas de estudio

ENSAYO DE AGREGADO GRUESO

Código del Documento: PC-CC-R-02

Revisión: 3

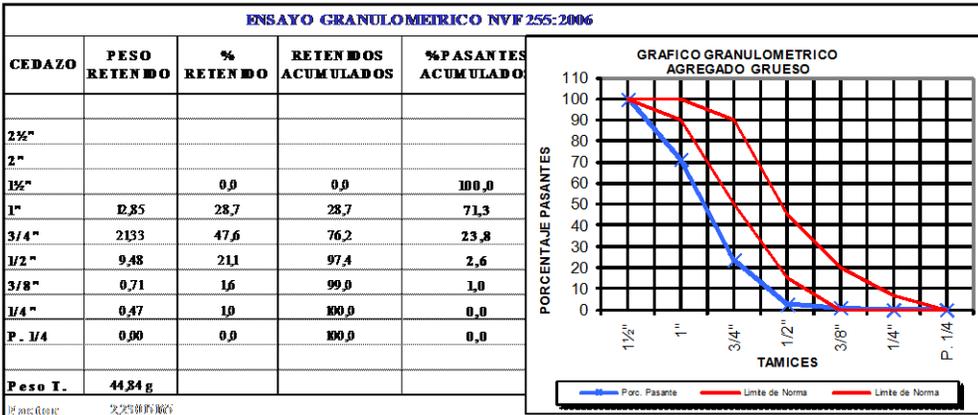
Nº de Pág

Fecha de Elaboración: abr-11

1 de 1

Caracas, 3-ago-2012

MATERIAL: PIEDRA N°1
ENSAYO SOLICITADO POR: F.N.C. CONCRETO
MUESTRA SACADA POR: MICHEL JIMENEZ **FECHA:** JULIO
MUESTRA ENTREGADA POR: MICHEL JIMENEZ **FECHA:** JULIO
PROCEDENCIA: F.N.C. CONCRETO PLANTA GUATIRE
USO REQUERIDO: AGREGADO PARA CONCRETO **GRANULOMETRÍA GRUESA**
MATERIAL PRODUCIDO O VENDIDO POR: MELERO



DENSIDAD NVF 269:2006

Peso en el Aire: 8.000 g
Peso en el Agua: 5.044 g
DENSIDAD: 2,71 g/cm³

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN NVF 269:2006

Peso Mues. S.S.: 8.000 g
Peso Seco: 7.945 g
PORC. ABS: 0,69 %

MASA UNITARIA SUELTA NVF 263:2008

Temperatura: 23 °C
Peso Unitario H2O: 997,3962
Peso del Agua: 11,08 Kg
Peso Recipiente: 7,530 Kg
Peso Muest. +Recip.: 27,370 Kg
Peso Muestra: 19,840 Kg
Factor: 70,69721 m³

MASA UNITARIA COMPACTA NVF 263:2008

Temperatura: 23 °C
Peso Unitario H2O: 997,3962
Peso del Agua: 11,08 Kg
Peso Recipiente: 7,530 Kg
Peso Muestra +Recipiente: 30,050 Kg
Peso Muestra: 22,520 Kg
Factor: 70,69721 m³

MASA UNITARIA SUELTA: 1.403 Kg/m³

MASA UNITARIA COMPACTA: 1.592 Kg/m³

TAME # 200 NVF 258:2009

Peso Lav.Ta # 200: 5.000 g
Peso Sec.D.Lav.: 4.952 g
TAME # 200: 0,96%

PORCENTAJE DE PARTÍCULAS PLANAS, LARGAS O PLANI-LARGAS NVF 264:2007

Número Partículas Medidas: 60
Numero de Part. Largas: 27
%Part. Largas: 45
Numero de Part. Planas: 16
%Part. Planas: 27
Numero de Part. Planilargas: 43
%Part. Planilargas: 72
Numero de Partículas: 17
Porcentaje Max Mín: 28,33

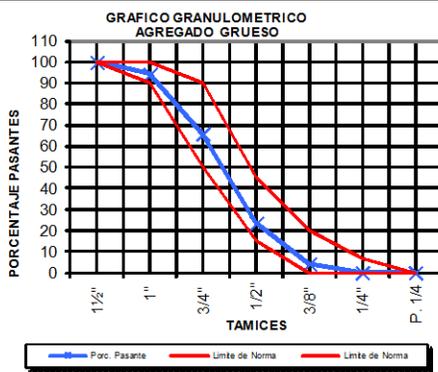
Fecha: 03/08/12 **Realizado por:** MICHEL JIMENEZ **Revisado por:** María Rodríguez

ENSAYO DE AGREGADO GRUESO	Código del Documento: PC-CC-R-02	Nº de Pág 1 de 1
	Revisión: 3	
	Fecha de Elaboración: abr-11	

Caracas, 3-ago-2012

MATERIAL: PIEDRA N°1	
ENSAYO SOLICITADO POR: F.N.C. CONCRETO	
MUESTRA SACADA POR: MICHEL JIMENEZ	FECHA: JULIO
MUESTRA ENTREGADA POR: MICHEL JIMENEZ	FECHA: JULIO
PROCEDENCIA: F.N.C. CONCRETO PLANTA GUATIRE	GRANULOMETRÍA MEDIA
USO REQUERIDO: AGREGADO PARA CONCRETO	
MATERIAL PRODUCIDO O VENDIDO POR: MELERO	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO NVF 255:2006				
CEDAZO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDOS ACUMULADOS	% PASANTES ACUMULADOS
2 1/2"				
2"				
1 1/2"		0,0	0,0	100,0
1"	2,54	5,7	5,7	94,3
3/4"	12,70	28,3	34,0	66,0
1/2"	10,05	42,5	76,5	23,5
3/8"	8,65	19,3	95,7	4,3
1/4"	1,91	4,3	100,0	0,0
P. 1/4	0,00	0,0	100,0	0,0
Peso T.	44,85 g			



DENSIDAD NVF 269:2006

Peso en el Aire:	8.000 g
Peso en el Agua:	5.044 g
DENSIDAD:	2,71 g/cm³

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN NVF 269:2006

Peso Mues S.S.:	8.000 g
Peso Seco:	7.945 g
PORC. ABS:	0,69 %

MASA UNITARIA SUELTA NVF 263:2008

Temperatura:	23 °C
Peso Unitario H2O:	997,3962
Peso del Agua:	14,08 Kg
Peso Recipiente:	7,530 Kg
Peso Muest. +Recip.:	27,370 Kg
Peso Muestra:	10,840 Kg
Factor:	70,69721 m³

MASA UNITARIA COMPACTA NVF 263:2008

Temperatura:	23 °C
Peso Unitario H2O:	997,3962
Peso del Agua:	14,08 Kg
Peso Recipiente:	7,530 Kg
Peso Muestra + Recipiente:	30,050 Kg
Peso Muestra:	22,520 Kg
Factor:	70,69721 m³

MASA UNITARIA SUELTA: **1.403 Kg/m³**

MASA UNITARIA COMPACTA: **1.592 Kg/m³**

TAME # 200 NVF 258:2009

Peso Lav.Ta # 200:	5.000 g
Peso Sec.D.Lav.:	4.952 g
TAME # 200:	0,96%

PORCENTAJE DE PART (PLANAS, LARGAS O PLANI-LARGAS) NVF 264:2007

Número Partículas Medidas:	60
Número de Part. Largas:	27
%Part. Largas:	45
Número de Part. Planas:	16
%Part. Planas:	27
Número de Part. Planilargas:	43
%Part. Planilargas:	72
Número de Partículas:	17
Porcentaje Max Mín:	28,33

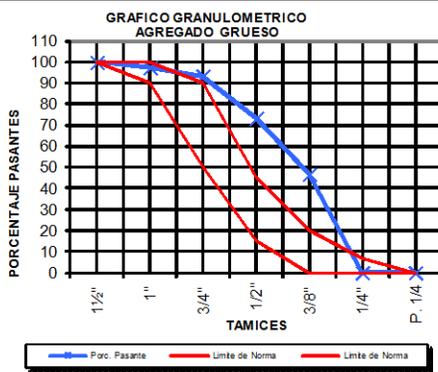
Fecha: 03/08/12 Realizado por: MICHEL JIMENEZ Revisado por: María Rodríguez

ENSAYO DE AGREGADO GRUESO	Código del Documento: PC-CC-R-02	Nº de Pág 1 de 1
	Revisión: 3	
	Fecha de Elaboración: abr-11	

Caracas, 3-ago-2012

MATERIAL: PIEDRA N°1	
ENSAYO SOLICITADO POR: F.N.C. CONCRETO	
MUESTRA SACADA POR: MICHEL JIMENEZ	FECHA: JULIO
MUESTRA ENTREGADA POR: MICHEL JIMENEZ	FECHA: JULIO
PROCEDENCIA: F.N.C. CONCRETO PLANTA GUATIRE	GRANULOMETRÍA FINA
USO REQUERIDO: AGREGADO PARA CONCRETO	
MATERIAL PRODUCIDO O VENDIDO POR: MELERO	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO NVF 255:2006				
CEDAZO	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDOS ACUMULADOS	% PASANTES ACUMULADOS
2 1/2"				
2"				
1 1/2"		0,0	0,0	100,0
1"	120	2,7	2,7	97,3
3/4"	179	4,0	6,7	93,3
1/2"	897	20,0	26,7	73,3
3/8"	1196	26,7	53,3	46,7
1/4"	2093	46,7	100,0	0,0
P. 1/4	0,00	0,0	100,0	0,0
Peso T.	44,85 g			



DENSIDAD NVF 269:2006

Peso en el Aire: 8.000 g

Peso en el Agua: 5.044 g

DENSIDAD: 2,71 g/cm³

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN NVF 269:2006

Peso Mues S.S.: 8.000 g

Peso Seco: 7.945 g

PORC. ABS: 0,69 %

MASA UNITARIA SUELTA NVF 263:2008

Temperatura: 23 °C

Peso Unitario H2O: 997,3962

Peso del Agua: 11,08 Kg

Peso Recipiente: 7,530 Kg

Peso Muest. +Recip.: 27,370 Kg

Peso Muestra: 19,840 Kg

Factor: 70,69721 m³

MASA UNITARIA COMPACTA NVF 263:2008

Temperatura: 23 °C

Peso Unitario H2O: 997,3962

Peso del Agua: 11,08 Kg

Peso Recipiente: 7,530 Kg

Peso Muestra +Recipiente: 30,050 Kg

Peso Muestra: 22,520 Kg

Factor: 70,69721 m³

MASA UNITARIA SUELTA: 1,403 Kglm³

MASA UNITARIA COMPACTA: 1,592 Kglm³

TAME # 200 NVF 258:2009

Peso Lav.Ta # 200: 5.000 g

Peso Sec.D.Lav: 4.952 g

TAME # 200: 0,96%

PORCENTAJE DE PART (PLANAS, LARGAS O PLANI-LARGAS) NVF 264:2007

Número Partículas Medidas: 60

Número de Part. Largas: 27

%Part. Largas: 45

Número de Part. Planas: 16

%Part. Planas: 27

Número de Part. Planilargas: 43

%Part. Planilargas: 72

Número de Partículas: 17

Porcentaje Max Mín: 28,33

Fecha: 03/08/12 Realizado por: MICHEL JIMENEZ Revisado por: María Rodríguez