



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ESTRUCTURAL



**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO AL
ADICIONARLE COMO MATERIAL DE REFUERZO LA FIBRA DE
ACERO DRAMIX, FABRICADA POR LA EMPRESA VICSON S.A.**

Trabajo Especial de Grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Civil.

Elaborado por:
Alvarez B., Javier A.
Moreno M., Samantha
Tutor:
Ing. Francisco Soto.

Valencia, Noviembre 2011

AGRADECIMIENTOS.

A Dios sobre todas las cosas, por darnos fortaleza y sabiduría para culminar este trabajo y llevarnos de la mano en toda la carrera.

A nuestro tutor el Ing. Francisco Soto, por guiarnos y ayudarnos incondicionalmente durante el estudio de este tema y dedicarnos parte de su tiempo.

Al cuerpo técnico del laboratorio de materiales y ensayos de la facultad de ingeniería (Carlos Manzanares y Elías Abreu), por su contribución en la obtención de resultados y datos fundamentales en el trabajo.

A la empresa VICSON, S.A. representados por el ing. Pedro García quienes nos brindaron ayuda y colaboración invaluable para la realización de este trabajo.

A la empresa SIKA, S.A. por suministrarnos parte del material usado.

Al grupo VAMILCO y al ing. Julio Sira por prestarnos apoyo y colaboración.

Y a la facultad de ingeniería de la Universidad de Carabobo por facilitarnos el uso de sus instalaciones para el desarrollo del trabajo, y al cuerpo de profesores quienes con sus enseñanzas hicieron más fácil y fructífero este trabajo especial de grado.

DEDICATORIAS.

A mis padres Carlos y Yubiri, les dedico principalmente mi triunfo a ellos por tener desde el primer momento la confianza en que iba a lograr mis metas.

A mis abuelos Lupe y Tin, tíos Gaby y Andrés por siempre brindarme su apoyo y ayuda incondicional a lo largo de mi carrera.

A mis hermanos Valentín, Daniel, Leonardo y Nathaly por darme ayuda en muchos momentos durante mi carrera.

A mi compañero y amigo de tesis Javier por tener paciencia ante las situaciones difíciles, por estar en las buenas y en las malas, siempre contando con él, llegando hasta el final.

A mis amigos de esta casa de estudio, Virginia, Vanessa, Gabriela, Margaret, Freddy y Carlos, quienes en muchas ocasiones me ayudaron a entender y culminar materias, trabajos, exámenes en fin, siempre a mi lado y sobre todo por hacer de esta carrera aun más emocionante.

Y a mis amigos de toda la vida dedico mi triunfo, Mayo, Mariana, Patty, José, Marisabel y Nayua.

Samantha Moreno Mota.

A dios nuestro señor, a la virgen y a todos los santos quienes están a mi lado durante todas las etapas de mi vida y en los que pongo en sus manos todo lo que hago.

A todos mis familiares que son la motivación más importante, en especial a mis padres quienes me llevaron de la mano, siendo siempre son un apoyo incondicional y que mantuvieron vivas mis ganas de superarme.

A todos mis amigos, con los que anduve todos los caminos que hoy día me han llevado cumplir con esta meta de ser un profesional. Especialmente a Gabriela Martínez y Kenny Rojas .

A mi amiga Samantha moreno, quien compartió conmigo este trabajo de grado y muchas etapas importantes y gracias a su inteligencia, iniciativa, y paciencia dimos con éxito este paso.

A mis compañeros del UCRC (UNIVERSIDAD DE CARABOBO RUGBY CLUB) por inculcar valores y disciplina en mi vida y permitirme formar parte de esa familia.

A todos las personas quienes de una manera u otra se dedican a mejorar nuestro país con estudio, trabajo y buenas actitudes, dejando en claro su profesionalismo, mirando hacia un mejor mañana.

A todos mis profesores, quienes me impartieron las enseñanzas, conocimientos y la motivación que me permiten hoy lograr ser un profesional integro.

A la universidad de Carabobo y la facultad de ingeniería por ser mi casa durante todo estos años, donde no solo me supere académicamente sino donde también aprendí lecciones de vida, ganando experiencia que me permiten salir con la frente en alto y orgulloso de ser un egresado de esta prestigiosa institución.

Javier Andrés Alvarez Borttot.

ÍNDICE.

ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	6
RESUMEN	10
CAPITULO I.....	11
1 EL PROBLEMA	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:	13
1.2.1 OBJETIVO GENERAL:.....	13
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	13
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	14
1.4 LIMITACIONES Y ALCANCE.....	15
CAPITULO II.....	16
2 MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.	16
2.2 BASES TEÓRICAS.....	17
2.2.1 COMPORTAMIENTO GEOLÓGICO DEL CONCRETO.....	17
2.2.1.1 RETRACCIÓN EN EL CONCRETO.	17
2.2.1.2 TRABAJABILIDAD	18
2.2.1.2.1 Cono de Abrams	19
2.2.1.2.2 El Asentamiento como Índice del Contenido de Agua.....	20
2.2.1.3 COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.	22
2.2.1.3.1 Mezcla concreto fresco.....	23
2.2.1.4 COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO ENDURECIDO.....	26
2.2.1.4.1 Retracción del concreto endurecido	27
2.2.1.4.2 Evolución de la Retracción.....	28
2.2.1.4.3 Retracción Impedida.....	29
2.2.1.5 ALGUNAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON FIBRAS.....	29
2.2.2 TEORÍA DEL PAVICRETO.....	31
2.2.2.1 Descripción del material:	31
2.2.2.2 Datos técnicos:.....	32
2.2.2.3 Especificaciones para el pavicreto:	33
2.2.2.3.1 Materiales.	33
2.2.2.4 MEZCLAS DE PAVICRETO:	37
2.2.2.4.1 Elaboración de la mezcla.....	39
2.2.2.5 ENSAYO DE FLEXIÓN POR TRACCIÓN.....	42
2.2.2.5.1 Aparato	42
2.2.2.5.2 Campo de aplicación.	42
2.2.3 ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE.	45
2.2.3.1 Mejoradores de la tixotropía. Superplastificantes.....	46
2.2.4 DRAMIX	49
2.2.4.1 Características.....	50

2.2.4.2	Ventajas y beneficios	50
2.2.4.3	Usos.	50
2.2.4.4	Tipos Normales:.....	51
2.2.4.5	Adición y mezclado	51
2.2.4.6	Extendido del concreto con fibras.....	53
2.2.4.7	Control del contenido en fibras.....	54
2.2.5	VICSON o BEKAERT	54
2.2.3.1	Consideraciones de Vicson para un diseño de mezcla con Fibra Dramix	55
2.3	MARCO NORMATIVO LEGAL.....	60
CAPITULO III.....		63
3	MARCO METODOLÓGICO	63
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	63
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	64
3.3	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS.	65
3.4	ANÁLISIS DE DATOS.	67
CAPITULO IV		68
4	RESULTADOS	68
4.1	CALIDAD DE LOS AGREGADOS.....	68
4.2	DISEÑO DEL PAVICRETO.	69
4.2.1	Variaciones de la Mezclas finales.	71
4.3	CORRELACIÓN DE RESULTADOS.	77
4.4	PRUEBAS DE LAS VIGUETAS A LOS 7 DÍAS.....	82
4.5	DOSIFICACIONES TOTALES CON FIBRA.	86
CONCLUSIONES		87
RECOMENDACIONES		89
REFERENCIAS.....		90
ANEXO A.		91
	RESULTADOS DE ENSAYOS A LOS AGREGADO.....	91
	GRANULOMETRÍA.....	92
	OBTENCIÓN DE BETA.....	94
ANEXO B		96
(ADITIVO). SIKA VISCOCRETE. FICHA TÉCNICA. CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CON NORMAS TÉCNICAS.		96
ANEXO C		100
(FIBRA) FICHA TÉCNICA DRAMIX		100
ANEXO D		102
IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN.....		102

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA1 .DISTRIBUCIÓN DE GRANULOMETRÍA AGREGADO GRUESO.	34
TABLA2 .PORCENTAJES MÁXIMOS DE SUSTANCIAS PERJUDICIALES A. GRUESO.....	35
TABLA3 .DISTRIBUCIÓN DE GRANULOMETRÍA AGREGADO FINO.	35
TABLA4 .REQUISITOS DE CALIDAD AGREGADO FINO.....	36
TABLA5 .SUSTANCIAS QUÍMICAS MÁXIMAS AGREGADO FINO.....	37
TABLA6 .GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS.	68
TABLA7 .RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LOS AGREGADOS.....	69
TABLA8 .MEZCLA PAVICRETO LPI 45 PARA 1M ³	70
TABLA9 .DISEÑO DE PAVICRETO LPI 45 PARA 30L.	70
TABLA10 .DATOS DE LA MEZCLA NRO. 1	72
TABLA11 .DATOS DE LA MEZCLA NRO.2 DOSIFICACIÓN DE FIBRA MEDIA.....	72
TABLA12 .DATOS DE LA MEZCLA NRO.3 DOSIFICACIÓN DE FIBRA MEDIA.....	73
TABLA13 .DATOS DE MEZCLA NRO.4 DOSIFICACIÓN DE FIBRA MÁXIMA.	73
TABLA14 .DATOS DE MEZCLA NRO.5 DOSIFICACIÓN DE FIBRA MÁXIMA.	74
TABLA15 .DATOS DE MEZCLA NRO.6 DOSIFICACIÓN DE FIBRA A MÁS DEL 10% DE LA MÁXIMA.	74
TABLA16 .DATOS DE LA MEZCLA NRO7. DOSIFICACIÓN MEDIA DE FIBRA, SIN USAR ADITIVO	75
TABLA17 .DATOS DE LA MEZCLA NRO7-V1. DOSIFICACIÓN MÁXIMA DE FIBRA, SIN USAR ADITIVO.....	75
TABLA18 .DATOS DE LA MEZCLA NRO. 7-V2. DOSIFICACIÓN DE FIBRA A MÁS DEL 10% DE LA MÁXIMA, SIN USAR ADITIVO.	76
TABLA19 .DATOS DE LA MEZCLA NRO7-V3. DOSIFICACIÓN DE FIBRA A MÁS DEL 10% DE LA MÁXIMA, USANDO ADITIVO.....	76
TABLA20 .VARIACIÓN DE LA RELACIÓN A/C PARA CADA MEZCLA.....	77
TABLA21 .RESULTADOS DE PRUEBA A LOS 7 DÍAS.....	82
TABLA22 .VALORES PROMEDIO DE CARGA MÁX. Y MR. PARA CADA MEZCLA.....	84
TABLA23 .DOSIFICACIONES DE MEZCLA PARA UN ASENTAMIENTO DE 6”.....	86
TABLA24 .MUESTRA DE AGREGADO GRUESO SEGÚN TAMAÑO MÁXIMO.	91

ÍNDICE DE GRAFICAS.

GRAFICA 1. DOSIFICACIONES DEL DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN.	71
GRAFICA 2. RELACIÓN A/C Y VARIACIÓN.....	77
GRAFICA 3. ASENTAMIENTO CON LA RELACIÓN A/C Y LA CANTIDAD DE ADITIVO USADO EN CADA MEZCLA.....	78
GRAFICA 4. DOSIS MEDIA DE FIBRA VS ASENTAMIENTO.....	79
GRAFICA 5. DOSIS MÁXIMA DE FIBRA VS ASENTAMIENTO.....	80
GRAFICA 6. DOSIS MÁS DEL 10% DE LA CANTIDAD MÁXIMA DE FIBRA VS ASENTAMIENTO.....	81
GRAFICA7. RELACIÓN ENTRE ASENTAMIENTO, TIEMPO, DOSIS DE FIBRA Y ADITIVO.....	82
GRAFICA 8. CARGA MÁXIMA PARA CADA VIGUETA.....	83
GRAFICA 9. MÓDULO DE ROTURA A LOS 7 DÍAS.....	83
GRAFICA 10. CARGA MÁXIMA PROMEDIO PARA CADA DOSIS DE FIBRA.....	85
GRAFICA 11. MODULO DE ROTURA PROMEDIO PARA CADA DOSIS DE FIBRA.....	85

INTRODUCCIÓN.

En la elaboración de elementos estructurales de concreto se generan pérdidas de agua durante las primeras horas, y, un tiempo prolongado después por la reacción química entre los elementos que conforman este material al entrar en contacto entre sí, esto genera una fuerza dentro de ellos llamada retracción que produce grietas que son muy comunes y fáciles de reconocer en elementos dispuestos horizontalmente en grandes extensiones.

Tradicionalmente se usa un acero de refuerzo que absorba estas fuerzas que el concreto no es capaz de disipar. Este acero consiste en una malla conocida en diversos sectores como malla truckson que por lo general viene en distintas versiones en las aberturas de sus cuadrículas. Este material a pesar de comportarse satisfactoriamente ante la retracción, produce complicaciones a la hora de ser transportado, almacenado y manipulado por lo que diversos estudios. Los avances de tecnología se han encargado de encontrar nuevos materiales que produzcan el mismo efecto de absorción de fuerzas de retracción pero que sean más manejables y tal vez más económicos.

Las fibras de acero son unos de estos materiales, que mediante varias pruebas han probado la factibilidad ante su uso. Pero el uso de esta fibra podría generar un nivel de calor extra, el que generalmente ocurre durante el proceso de mezclado, y que

ligado a otros factores como la temperatura ambiental y el retraso en el transporte del concreto, podrían generar cambios drásticos en las propiedades básicas del concreto como lo es la trabajabilidad.

El siguiente trabajo fue motivado por el deseo de la empresa Vicson-Bekaert quienes se acercaron a la Universidad de Carabobo, con la finalidad de exponer las propiedades de estas fibras, en base a investigaciones realizadas en esta casa de estudio. Esta investigación está conformado por cuatro (4) capítulos, y su propósito general fue, analizar el comportamiento del concreto utilizando como material de refuerzo, fibras de acero. Se podrá ver el análisis y la elaboración de procedimientos que evalúan el comportamiento y la variación en el tiempo del asentamiento del concreto, así como la determinación de módulos de rotura para los distintos tipos de mezcla mediante una investigación de tipo descriptiva que se basa en lo documental y experimental.

El capítulo uno comprende el planteamiento del problema, los objetivos del trabajo, la justificación del mismo y sus alcances y limitaciones. El capítulo dos expone los fundamentos teóricos, en los cuales se basó la elaboración de la investigación. El capítulo tres explica la metodología aplicada para la elaboración del trabajo. El capítulo cuatro muestra y explica los resultados obtenidos de la experimentación mediante tablas y gráficos, por último se exponen las conclusiones y recomendaciones de esta investigación.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO: INGENIERÍA ESTRUCTURAL



ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO AL ADICIONARLE COMO MATERIAL DE REFUERZO LA FIBRA DE ACERO DRAMIX, FABRICADA POR LA EMPRESA VICSON S.A

Elaborado por:
Alvarez B., Javier A.
Moreno M., Samantha
Tutor:
Ing. Francisco Soto.
Noviembre 2011.

RESUMEN

En base a los estudios y avances de tecnologías se están desarrollando nuevos materiales para la construcción, como es el caso de las fibras de acero, que permiten absorber los esfuerzos generados por la retracción en el concreto y son de fácil transporte. Con el propósito de cumplir con los objetivos de la empresa fabricante de evaluar este material de nueva inserción en el mercado nacional, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del concreto, utilizando como material de refuerzo fibras de acero, principalmente su trabajabilidad. La misma fue de tipo descriptiva que se baso en un diseño de investigación mixta donde primeramente fue de carácter documental y luego pasa a ser experimental. Se plantearon tres tipos de diseños de mezclas de concreto con dosificaciones distintas de fibras de acero, aumentando o disminuyendo también las cantidades de agua, aditivo y cemento en cada mezcla, principalmente evaluando el comportamiento del asentamiento con respecto a cada variación, así luego llenar viguetas que sirvieron de testigo en la determinación del modulo de rotura para cada diseño. Se demostró que a medida que se aumenta la dosis de fibra, se reduce el asentamiento de la mezcla de concreto y se aceleraran los tiempos de fraguado en el mismo, haciéndolo difícil de manejar en las condiciones socio-económicas y atmosféricas de algunas regiones de nuestro país, requiriendo de la adición de materiales como aditivos superplastificante que mejorarían la trabajabilidad del concreto.

Palabras claves: fibras metálicas, asentamiento, mezclas de concreto, retracción.

CAPITULO I

1 EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El concreto, es un material muy utilizado en la construcción de obras civiles, debido a su capacidad para comportarse satisfactoriamente frente a las acciones físicas y químicas agresivas a lo largo de la vida útil de las estructuras, por su versatilidad y flexibilidad a los diseños arquitectónicos, y por ser un material de bajo costo. Uno de los usos principales del concreto es en la construcción de losas, tanto de pavimento, como losas de entrepiso (macizas y nervadas), en donde dicho material es colocado horizontalmente en grandes extensiones.

Una de las propiedades básicas del concreto es la retracción, que no es más que la disminución del volumen del concreto durante el proceso de fraguado del mismo, y se produce por la pérdida de agua debido a la evaporación durante la mezcla. Dicha pérdida de volumen genera tensiones internas de tracción que dan lugar a las fisuras o grietas, causando daño a los elementos debido a que el concreto no resiste este tipo de esfuerzo. Dependiendo de la cantidad de finos, de la cantidad de cemento, del tipo de

cemento, de la relación agua/cemento, del espesor del elemento, y de la temperatura ambiental, la retracción puede ser mayor o menor.

Para evitar esta retracción, usualmente se utilizan mallas de acero que vienen prefabricadas brindándole al concreto resistencia a la tracción y al cortante, sin embargo en base a estudios realizados y a las nuevas tecnologías se está desarrollando la sustitución de esta malla por un tipo de fibras de acero de pequeñas dimensiones que puede ser adicionada a la mezcla de concreto, con esto evitando el trabajo de la colocación de la malla en sitio, el transporte y el almacenamiento, ya que este material es pesado y ocupa espacios grandes. Uno de estos productos son las fibras de acero DRAMIX distribuidas en Venezuela por la empresa VICSON S.A, que sirven para absorber los esfuerzos que generan las fisuras por retracción en el concreto, sin embargo por sus propiedades pudiera afectar la trabajabilidad de las mezclas de concreto debido a que en el momento del mezclado se pueden producir aumentos en los niveles de temperatura que sequen el concreto.

Resulta interesante investigar cual es el efecto de añadir esta fibra a la mezcla de concreto tanto en dosificaciones recomendadas y avaladas por normativas internacionales, y en dosificaciones no adecuadas, en lugares donde la temperatura ambiental es elevada y afecta al fraguado del concreto secándolo rápidamente, y que adicionalmente contiene una fibra que colabora con este fenómeno. Para ello, es necesario evaluar cual es el comportamiento del asentamiento a través del tiempo cuando se utilizan las fibras de acero DRAMIX.

Esta situación nos genera las siguientes inquietudes:

✓ ¿Afectara el comportamiento del asentamiento en el concreto, al incluirle las fibras de acero en las cantidades adecuadas recomendadas por los fabricantes, y excediendo las dosis recomendadas? situación que podría suceder cuando el vertido de la fibra a la mezcla se realiza en sitio en cualquier obra.

✓ ¿Se podrá evaluar las variaciones que introducirán las fibras metálicas en el comportamiento del asentamiento en el tiempo?

Para responder a estas inquietudes planteamos los siguientes objetivos:

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

1.2.1 OBJETIVO GENERAL:

Evaluar el comportamiento del concreto, utilizando como material refuerzo fibras de acero.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

✓ Realizar los ensayos correspondientes a los agregados que serán utilizados en la realización de las mezclas para verificar que sus propiedades cumplan con la normativa vigente.

- ✓ Diseñar las mezclas de concreto con variación de las dosis de fibra metálica propuestas en la investigación.
- ✓ Analizar el comportamiento del asentamiento en cada mezcla realizada.
- ✓ Elaborar viguetas de muestra con las mezclas de concreto obtenidas.
- ✓ Determinar los módulos de rotura para cada una de las muestras.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

Esta investigación se desarrollo en primer lugar para cumplir con los requisitos exigidos por la empresa fabricante de la fibra, quien se dirigió a la universidad para que fuera evaluada este fibra de resiente introducción, en el mercado Venezolano, a la luz de los materiales más utilizados comúnmente y de los tipos de diseños de mezclas.

Para llevar a cabo este trabajo y cumplir con las metas de la empresa, se aplicaron prácticamente todos los conocimientos adquiridos en universidad dentro de la escuela de ingeniería civil; como son los diseños de mezclas, evaluación de estructuras, y los distintos ensayos para determinar la variación de la calidad en pavimentos de concreto. Para ello se debió investigar sobre cómo se diseñan los pavimentos de concretos, cuáles son sus características, como se comporta el concreto estructural en los pavimentos.

1.4 LIMITACIONES Y ALCANCE

Esta investigación se desarrollo hasta el comportamiento y modificación del asentamiento, para mezclas de concreto a medida que se iba vertiendo la fibra en el proceso de mezclado, con esto se pretendió valorar cómo funciona el asentamiento de estas mezclas con el paso del tiempo, utilizando tres niveles de variación de medio, máximo y 10% más del máximo, (15, 30 y 33Kg/m³) siendo estas las dosificaciones establecidas.

Las principales limitaciones presentadas para poder realizar la evaluación fueron, el uso del laboratorio de materiales, el traslado de los agregados, conseguir los materiales como el aditivo y las fibras y los tiempos de tomas de las muestras.

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Los principales antecedentes comprenden una serie de investigaciones recolectadas de experiencias de la empresa VICSON, también conocida internacionalmente como BEKAERT, de donde se obtendrá la mayor cantidad de información de estudios realizados por los mismos a las fibras de acero Dramix que más adelante serán resaltados.

Algunos estudios que nos servirán de guía y ayuda serán:

Jose D. Leon, Victor L. Niño. (2007) "*Determinación de diseños de mezclas de concreto para pavimentos con análisis de correlación estadística entre la resistencia a la tracción por flexión y la resistencia a la compresión*". A mayor resistencia a la compresión, se obtiene mayor resistencia a la tracción por flexión. De todas las curvas posibles seleccionaron la lineal, ya que estas presentan un coeficiente de correlación superior a 60% y el uso de este tipo de curva es sencillo y no requieren la utilización de cálculos complicados en campo.

. Patricia C Mármol S. (2010) "Hormigones con fibras de acero, características mecánicas". Los aspectos negativos de las fibras de acero en comparación con las fibras de vidrio y polipropileno, es que son más costosas, disminuyen la trabajabilidad del hormigón y puede dar lugar a la formación de erizos (bolas de fibras sin hormigón en su interior) lo que no limita su utilización.

Mónica Martínez Escamilla, Climent Molins Borrell (2007) España
“Análisis en rotura de placas de hormigón reforzado con fibras de acero”
Una correcta distribución de las fibras de acero y su homogeneidad garantizan una mejor eficacia del refuerzo, así como una redistribución homogénea de las tensiones que se generan en la vida útil del hormigón.

2.2 BASES TEÓRICAS.

2.2.1 COMPORTAMIENTO GEOLÓGICO DEL CONCRETO.

Joaquín Porrero S.- Manual del Concreto Estructural 2009.

2.2.1.1 RETRACCIÓN EN EL CONCRETO.

Otra característica del concreto que se debe tomar en consideración es la retracción, fenómeno de encogimiento o disminución 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. En las estructuras, la retracción se logra aminorar mediante una adecuada distribución de las armaduras de acero, que la restringen y la reparten de forma más conveniente.

La retracción depende de numerosos factores tales como la geometría de las piezas, las condiciones atmosféricas de velocidad de viento, humedad y temperatura, y la proporción de los componentes de la mezcla. Dentro de esos componentes son decisivos los ultrafinos y el agua. Los granos ultrafinos están formados por el cemento y las partículas más finas de la arena. Para mezclas que tengan arenas con

cantidad de ultrafinos dentro de los límites normativos o recomendables, la retracción puede ser considerada como dependiente, fundamentalmente, de la dosis de agua y de cemento de la mezcla. Al aumentar el agua, o al aumentar conjuntamente la dosis de cemento y de agua, es decir, al aumentar la pasta, la retracción se hace mayor. El exceso de ultrafinos aumenta el requerimiento de agua para mantener la fluidez, con lo cual hay exceso de agua y, a su vez, mayor retracción por secado.

La retracción se puede producir en dos etapas diferentes de la vida del concreto: Una, en los momentos iniciales del fraguado, debida no a la pérdida del agua libre, sino a parte del agua de la mezcla; ésta es conocida como 'retracción de fraguado' o 'retracción plástica'. La otra, de menor escala, cuando el concreto está endurecido, generalmente al cabo de semanas o de meses y que es conocida como 'retracción hidráulica' (aunque hidráulicas son ambas). La retracción temprana, ligada a las condiciones ambientales de viento, humedad y temperatura, es un permanente riesgo potencial en los concretos ejecutados en clima tropical. Este riesgo se combate con buenas técnicas de curado aún cuando, en situaciones severas, es posible que deba defenderse la calidad del concreto con toldos protectores o pantallas corta-vientos.

2.2.1.2 TRABAJABILIDAD

En la tecnología del concreto, la palabra 'trabajabilidad' se emplea con dos acepciones distintas. Una, general, con la cual se designa el conjunto de propiedades del concreto que permiten manejarlo sin que se produzca segregación, colocarlo en

los moldes y compactarlo adecuadamente. La otra acepción es específica para designar el asentamiento medido por el procedimiento normalizado del Cono de Abrams. Esta segunda acepción es discutible porque, en realidad, el ensayo sólo es parcialmente representativo del conjunto de propiedades referidas.

Desde hace algún tiempo, estudiosos de la materia señalan la conveniencia de diferenciar con mayor claridad los conceptos relativos a: i) la plasticidad en sí de la mezcla (docilidad, consistencia) y, ii) la facilidad de usarla (trabajabilidad, colocabilidad). Se requieren métodos de ensayo que permitan medir, respectivamente, dichas características pero, hasta el momento, no se han logrado con suficiente éxito. Tales son, por ejemplo, entre otros, el Plasticímetro LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées), y el Medidor CES (Centre d'Essais des Structures). Ante estas opciones, el método del Cono de Abrams sigue teniendo vasta aplicación pues, aún cuando no revela específicamente ciertas propiedades reológicas de la mezcla, el uso de la información que ofrece ha permitido la toma de decisiones acertadas.

2.2.1.2.1 Cono de Abrams

El asentamiento medido con el Cono de Abrams, según la Norma COVENIN 339, *"Concreto. Método para la medición del asentamiento con el Cono de Abrams"* y ASTM C143, es un índice bastante práctico; aunque no mide todas las propiedades plásticas de la mezcla, ni las valora con el mismo grado de influencia que ellas realmente tienen en el concreto, brinda una información útil sobre todo en términos comparativos. Se usan también otros métodos de ensayo que, aun adoleciendo de

restricciones similares a las del Cono, valoran el grado de influencia de las propiedades reológicas de otra forma, y resultan más convenientes en algunos casos específicos, como se verá más adelante. Como índice general, estos otros métodos no tienen ventajas decisivas sobre el *Cono* lo cual, unido a la facilidad práctica de ejecución del ensayo de Abrams, a la experiencia de su empleo y a la simplicidad de su equipo, hacen que el Cono sea el método más empleado, con gran diferencia respecto a los otros.

Independientemente de estos aspectos, el Cono tiene limitaciones, ya que es útil solamente para concretos con agregados pétreos, tamaños máximos menores a 5 centímetros y con relativa plasticidad, caracterizada por asentamientos entre unos 2 y 17 centímetros.

2.2.1.2.2 El Asentamiento como Índice del Contenido de Agua

Todos los ensayos referidos, y entre ellos el tan frecuente Cono de Abrams, además de dar información sobre aspectos de la reología del concreto, sirven como una medida indirecta del contenido de agua de la mezcla y de ciertas variaciones en algunas propiedades de los componentes. Ambos datos son importantes para quienes están disertando las mezclas. Esto pone de manifiesto la atención y el cuidado con que deben ser realizados los ensayos, de los que *se* obtienen informaciones directrices.

Cuando se elaboran mezclas de concreto, se debe precisar la cantidad de agua que contienen, midiendo directamente la que se ha añadido y calculando la que pueden haber aportado agregados húmedos, o la que, al contrario, pueden absorber agregados secos. Con este dato preciso del contenido de agua se puede calcular la efectiva relación agua/cemento de la pasta, obteniendo con él lo una primera e importante indicación sobre la resistencia mecánica que alcanzará el material. Sin embargo, en la práctica, no siempre se tiene seguridad sobre la cantidad de agua cedida o restada por los agregados, lo que resulta en una cierta imprecisión en la calidad de la mezcla. Si se mantienen constantes todas las otras condiciones, la trabajabilidad, evaluada por medio del Cono de Abrams, está ligada a la relación agua/cemento y resulta una medida adicional que nos brinda mayor seguridad en nuestras decisiones, ya que se relaciona con el contenido real de agua en la mezcla, independientemente de su procedencia.

El ensayo de trabajabilidad es sensible a cambios, por ejemplo en la calidad granulométrica de los agregados, por lo que su información no es, por si sola, una medida precisa del contenido de agua sino que refleja también otras variables. Para tener mayor seguridad en las decisiones tomadas en la obra, respecto al contenido de agua en las mezclas, se deben conjugar los datos de las mediciones directas con los resultados del ensayo de Abrams.

Cuando se ejerce un control efectivo de la trabajabilidad, la cantidad de agua debe ser precisada por medición directa; así mismo, el cálculo de la adición o resta de agua

por parte de los agregados, debe realizarse con la mayor exactitud posible. El dato de la trabajabilidad pasa a ser, entonces, un índice valioso para reflejar los posibles cambios en los agregados, relativos tanto a su proporción como a su granulometría. Estos cambios, una vez detectados por este rápido procedimiento, son susceptibles de corrección.

2.2.1.3 COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

Se denomina concreto fresco al material mientras permanece en estado fluido, es decir desde el momento cuando todos los componentes son mezclados hasta que se inicia el atiesamiento de la masa (período plástico). En ese lapso el concreto es transportado, colocado en moldes o encofrados y luego compactado manualmente o por vibración.

Ese estado de plasticidad tiene una duración diferente entre unas y otras localidades, y entre una y otra época del año, ya que las condiciones del clima tienen gran influencia. En lugares cálidos y secos el estado fresco dura menos tiempo que en localidades húmedas y frías.

Son muchas las propiedades del concreto fresco que interesan y pueden llegar a ser críticas. No sólo por su relación con el manejo del concreto en ese estado, sino porque pueden servir como señal anticipada de las propiedades que pueda tener el material al endurecer posteriormente. Indicios de algún comportamiento atípico del concreto en este estado inicial avisa, en muchos casos, que en estado endurecido también puede

ser impropia su calidad. En ese momento temprano, y antes de completarse los vaciados del material, es cuando se deben ejecutar las correcciones. El comportamiento del concreto fresco depende de: sus componentes, de las características del mezclado, de su diseño, del medio ambiente circundante y de las condiciones de trabajo.

2.2.1.3.1 Mezcla concreto fresco

Bajo el término reología del concreto' se agrupa el conjunto de características de la mezcla fresca que posibilitan su manejo y posterior compactación. Desde el punto de vista físico, estas características dependen de las variaciones de la viscosidad y de la tixotropía de la mezcla a lo largo del tiempo.

En la práctica, se define la reología del concreto con base en tres características: Fluidez, Compactibilidad y Estabilidad a la segregación.

Fluidez: La fluidez describe la calidad de fluido o viscosidad que indica el grado de movilidad que puede tener la mezcla. En un sentido general, la palabra trabajabilidad también se emplea con el significado de fluidez. Consistencia es la condición de tieso' y se puede considerar el antónimo de fluidez.

Compactibilidad: Cuando la mezcla es vibrada se hace más fluida y puede así distribuirse más uniformemente, envolviendo bien las armaduras y ocupando todas las sinuosidades del encofrado. Esta es la propiedad que se conoce como tixotropía: atiesamiento en reposo y fluidificación en movimiento; y es la característica que permite la compactibilidad de la mezcla y su adaptación al molde.

Estabilidad a la Segregación: Los componentes del concreto son físicamente heterogéneos: líquido (agua), polvo (cemento y arena), fragmentos de piedra y una pequeña fracción de aire, cuya mezcla tiene la natural tendencia a separarse unos de otros. La separación del agua de los restantes componentes de la mezcla, cuando queda flotando sobre el material recién colocado, se conoce como 'exudación' o 'sangrado', y tiene su propio desarrollo evolutivo. Por otro lado, la tendencia a separarse los granos gruesos del mortero, lo que se conoce como segregación, depende de la viscosidad y de la tixotropía, y se relaciona con la cantidad y el tamaño de los granos.

En algunos constructores existe la indebida tendencia a trabajar con concretos de alta fluidez, que son fáciles de colocar y de alisar; lo indebido es que, para obtenerlos, no diseñan mezclas especiales o solicitan concretos premezclados con aditivos sino que, simplemente, añaden agua a la mezcla, indiscriminadamente. Eso produce un daño directo a la resistencia mecánica, favorece la aparición de grietas por retracción y le quita defensas al concreto para lograr durabilidad, aparte de que hace a la mezcla propensa a la segregación.

2.2.1.3.1.1 Alteraciones en la Reología

La Reología del concreto fresco, además de modificarse por cambios en la composición de la mezcla o en la calidad de sus componentes, se ve afectada también

por circunstancias ajenas al propio material. Tal es el caso del paso del tiempo y de la temperatura ambiental.

En un país tropical como Venezuela, afectado en muchas de sus regiones por altas temperaturas, o donde por diversas causas se pueden ver atrasadas las tareas de vaciado del concreto, interesa conocer los efectos de la temperatura y del tiempo sobre la reología del concreto. Producto de esa inquietud fue un trabajo de investigación experimental que agrupó a profesionales universitarios y a otros relacionados con empresas de premezclado, que permitió evaluar esos efectos.

Se pueden mencionar los siguientes factores:

Tiempo: La mezcla comienza a perder fluidez desde el momento mismo del mezclado, a una tasa que pareciera ser constante, pero relativamente veloz. Entre las varias causas del fenómeno se pueden señalar:

a) las reacciones internas de fraguado y endurecimiento del cemento que convierten el agua libre en agua de combinación.

b) cierta evaporación natural, relativamente pequeña.

La velocidad del fenómeno sólo puede ser precisada experimentalmente para cada caso, pero como un dato aproximado se puede convenir que, a una temperatura inicial de 25°C, en un ambiente aireado, un concreto elaborado con un asentamiento inicial de 5 pulgadas, 30 minutos después pasaría a tener 3,5 pulgadas.

El fenómeno adquiere importancia cuando el concreto tiene tiempos de transporte o de espera largos, razón por la cual, las mezclas deben ser preparadas con una

fluidez inicial mayor, la cual irá disminuyendo con el paso del tiempo, con la previsión de que alcance el valor necesario en el momento de la colocación.

Temperatura: Otro factor externo que afecta la reología de manera importante es la temperatura ambiental. A diferencia de lo que sucede con otros materiales, el concreto se hace menos fluido y disminuye el asentamiento a medida que aumenta la temperatura, debido a que ese calor acelera las reacciones de fraguado y endurecimiento. La variación del asentamiento sólo puede ser obtenida experimentalmente en cada caso pero, como dato aproximado, puede convenirse en que se pierde 1 pulgada de asentamiento por cada 10 grados centígrados de incremento de temperatura. Por ejemplo, un concreto con asentamiento inicial de 3 pulgadas, a una temperatura ambiental de 15°C, tiene en cambio, un asentamiento inicial de 2 pulgadas si la temperatura fuera de 25°C. Además, la rata de pérdida de asentamiento con el tiempo, es mayor al aumentar la temperatura.

Estos cambios adquieren especial importancia cuando se llevan a cabo colocaciones de concreto a lo largo de extensos períodos de tiempo, como puede ser día y noche. En tales casos, las mezclas deben recibir ciertos ajustes para poder contrarrestar los efectos de la variación en temperaturas, y mantener constantes sus condiciones de comportamiento.

2.2.1.4 COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO ENDURECIDO.

La capacidad de la mezcla de endurecer hasta formar una verdadera roca artificial, se debe a la reacción entre el agua y el cemento. Esta es una reacción interna que se

produce aunque el material esté encerrado herméticamente bajo agua (de ahí viene el nombre de “cemento hidráulico”).

En una primera fase el agua de mezclado sirve como lubricante entre los granos de los inertes, dando fluidez a la mezcla, que puede ser moldeada. Pero desde el mismo momento en que entran en contacto el agua y el cemento se inician las reacciones de hidratación que conducirán al endurecimiento final del material.

No es frecuente medir en obra los tiempos de fraguado del concreto. En cambio, el asentamiento y la resistencia, determinados mediante ensayos normalizados en muestras preparadas con concreto fresco, se miden o se deberían medir prácticamente en todos los casos, ya que son los índices fundamentales de aceptación o rechazo del concreto.

2.2.1.4.1 Retracción del concreto endurecido

Se entiende por retracción la disminución de volumen que sufre el concreto; esta disminución o encogimiento será tanto mayor cuanto más desecante sea el ambiente. Bajo el agua o en ambientes de humedad relativa de saturación, el concreto, lejos de retraerse, sufre una ligera expansión. La retracción también depende de cambios físico-químicos que ocurren con el tiempo sin la presencia de tensiones externas que los induzcan; tal es el caso de las reacciones de hidratación y de cristalización del cemento, que continúan ocurriendo una vez endurecido el cemento. La carbonatación

de algunos de los minerales del cemento, en presencia del anhídrido carbónico atmosférico, también es una importante causa de retracción; por el contrario, el acero de refuerzo la restringe.

2.2.1.4.2 Evolución de la Retracción.

El fenómeno se inicia estando la masa en estado fresco y prosigue a lo largo de la vida del material. Al principio, cuando la salida de agua es más fácil, la retracción del concreto se produce con rapidez. A medida que transcurre el tiempo va haciéndose más lenta y, finalmente, se estabiliza en una curva con trazo asintótico, en ésta se presentan valores de referencia sobre la evolución de la retracción en el tiempo, según el Comité ACI 209 R-92, en términos del cociente S_{ct} (retracción a la edad t) dividido por S_{cu} (máximo valor de la retracción). Una etapa crítica de la retracción ocurre durante el fraguado (llamada retracción plástica, retracción de fraguado o desecación prematura) por el peligro de agrietamiento que representa. Luego, una vez endurecido el concreto, se producirán disminuciones de volumen por diversas causas ya mencionadas; esta etapa de la retracción se denomina retracción por secado o hidráulica, aún cuando hidráulicas son ambas.

Se considera que la retracción final (S_{cu}) es una magnitud típica de cada concreto, independiente de las condiciones ambientales de conservación y de la forma de la pieza, las cuales determinarán el tiempo que tarde en alcanzarse dicha retracción final pero no su magnitud.

2.2.1.4.3 Retracción Impedida

El refuerzo contra la retracción y cambios de temperatura, ha sido efectivo en aquellos casos donde los desplazamientos asociados a esas causas ocurren en miembros cuyos extremos pueden desplazarse libremente. Cuando estos efectos actúan sobre elementos cuyos extremos están impedidos de desplazarse por la presencia de muros, columnas de gran rigidez, muros divisorios vinculados a paredes extremas de silos circulares u otros elementos de gran rigidez, puede ser necesario incrementar las cuantías del refuerzo normal al refuerzo principal.

De igual modo, las fuerzas generadas por la retracción requieren consideración especial en edificios de gran altura (véase Sección 8.2.3 de la Norma; COVENIN 1753 y su Comentario). Ocasionalmente, en el cálculo de tensiones debidas a la retracción, ésta ha sido simulada como un enfriamiento del material

2.2.1.5 ALGUNAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON FIBRAS.

Adherencia: Las condiciones físico-químicas de la pasta, así como las propias de las fibras, son las que determinan los mecanismos de su adherencia. En las fibras hay H tomar en consideración lo siguiente:

Características químico-mineralógicas. Las plásticas y las de origen vegetal presentan baja adherencia. Las fibras cerámicas y metálicas se adhieren mejor.

, Cuanto más rugosa sea la superficie de la fibra y más accidentada su forma, mayor adherencia hay.

- ✓ Las dimensiones de las fibras, que definen la superficie de contacto.

Deformación: Las fibras tienen comportamientos elásticos y plásticos muy diferentes a los de la matriz. El acero tiene un módulo de elasticidad unas diez veces mayor que el de la pasta de cemento mientras que, con las fibras plásticas, el fenómeno es inverso.

Falla: Las características de adherencia y deformación, y la cuantía de la fibra añadida, condicionan el comportamiento del material cuando es solicitado hasta la falla. Al iniciar la carga a tracción, la fibra y la matriz se deforman conjuntamente. Al sobrepasarse la capacidad de deformación de esta última comienzan a aparecer las micro grietas, mientras las fibras deslizan o agotan su capacidad de deformación. Al final, según sean las condiciones, se alcanza la falla por alguna de las siguientes causas:

- ✓ Deslizamiento de la fibra.
- ✓ Deterioro de la matriz en el entorno de la fibra.

Rotura frágil de la fibra. Algunos aceros y materiales cerámicos alcanzan tensiones de falla varias veces mayores que las de la pasta y en eso radica la ventaja de su presencia en el concreto, aún en las pequeñas cantidades ⁵ que se suelen incorporar. *Rotura dúctil.* La capacidad de deformarse en el rango plástico de algunas fibras, permite acomodar grandes deformaciones del elemento de concreto sin que el material colapse; esto es una gran ventaja en casos de sollicitaciones excepcionales o

accidentales, como las debidas a sismos o a explosiones. Este es el comportamiento típico de las fibras plásticas y vegetales. El acero también tiene una reserva plástica importante en casos de cargas accidentales, aun cuando su zona habitual de trabajo es el rango elástico.

2.2.2 TEORÍA DEL PAVICRETO.

CEMEX – Soluciones en Concreto. Pavicreto 2007.

Los pavimentos de concreto han demostrado ser una solución duradera y económica en la ejecución de obras de vialidad, tanto de nuevas vías como en rehabilitación o reparación de vías existentes.

Las características de operación de los pavimentos en general, hacen necesario contar con un concreto especialmente diseñado y formulado para este uso puesto que los concretos convencionales para estructuras no poseen las propiedades óptimas que permitan maximizar los beneficios posibles al emplearlos para pavimentación, siendo sus principios de diseño, funcionamiento estructural y control diferentes.

Como respuesta a estas necesidades específicas impuestas por las condiciones de servicio nace la familia de concretos denominada ***PAVICRETO***.

2.2.2.1 Descripción del material:

Pavicreto es el nombre que identifica una familia de concretos premezclados formulada para aplicación en pavimentos y vialidad. Los diseños de las mezclas han sido ajustados para optimizar las propiedades del material para el uso al cual será destinado, tanto en su estado fresco como endurecido. En su formulación se emplean

cemento Portland, agregados especialmente seleccionados y gradados, adiciones y aditivos químicos especiales.

Propiedades del material:

✓ Mínima tendencia a exudación, con lo cual se disminuye la posibilidad de que aparezcan fisuras por retracción plástica.

✓ Disminución del desgaste superficial bajo condiciones severas de uso. por el empleo en la mezcla de agregados resistentes a la abrasión.

✓ Módulo de rotura a flexión mejorado, para optimizar las propiedades resistentes del material endurecido.

✓ Bajo coeficiente de contracción en estado endurecido, gracias a la optimización del diseño de la mezcla

✓ Excelente colocabilidad y compactibilidad, sin segregación de los componentes gracias al uso de agua-cemento, aditivos químicos especiales, así como también una elevada impermeabilidad debido a su baja relación a/c.

✓ Formulaciones especiales (F) con fibras sintéticas que sustituyen el uso del acero de retracción (malla al tránsito), cuando este es requerido de resistencias, para apertura.

2.2.2.2 Datos técnicos:

Peso específico medio: $2.380 \pm 50 \text{ Kg/m}^3$

Módulo de rotura a flexión: Se suministra el módulo de rotura de diseño identificando el PAVICRETO con el nombre seguido del valor del módulo de rotura requerido y con las letras:

- ✓ F: Para PAVICRETO reforzados con fibras de polipropileno.
- ✓ R: Apertura rápida al tránsito. Por Ejemplo: PAVICRETO 48F, PAVICRETO 48, PAVICRETO 48FR.

Coefficiente de dilatación: $0,56 \times 10^{-4} \text{ mxm/}^\circ\text{C}$.

Permeabilidad: Menor a 1×10^{-5} perms.

Trabajabilidad: Asentamiento de $3,55 \pm 0,5$ pulgadas.

Relación agua-cemento máxima: 0,50

2.2.2.3 Especificaciones para el pavicreto:

Generales:

Esta especificación particular comprende los trabajos a realizar sobre la superficie de la sub-base estabilizada con cemento, para construir los pavimentos de concreto con cemento Portland, en las áreas y con la forma, dimensiones, resistencias, procedimientos, calidad, tolerancias y acabados indicados en el proyecto.

2.2.2.3.1 Materiales.

En la elaboración de la mezcla y en la construcción de las losas de concreto hidráulico del pavimento, se emplearán materiales que en lo general cumplan con lo establecido en las venezolanas COVENIN debiendo además cumplir con los requisitos particulares de calidad que a continuación se señalan:

Agregados:

Estos materiales se sujetarán al tratamiento o tratamientos necesarios para cumplir con los requisitos de calidad que se indican en cada caso, debiendo el proveedor de concreto prever las características en el almacén y los tratamientos necesarios para su ulterior utilización. El manejo y/o almacenamiento subsecuente de los agregados, deberá hacerse de tal manera que se eviten segregaciones o contaminaciones con sustancias u otros materiales perjudiciales y de que se mantenga una condición de humedad uniforme, antes de ser utilizados en la mezcla.

Agregado grueso: El agregado grueso será proveniente de trituración, con tamaño máximo de 38.1 milímetros, resistencia a compresión confinada superior a la resistencia del concreto señalada en el proyecto, y con la distribución granulométrica que se indica a continuación:

Tabla 1
Distribución de granulometría agregado grueso.

DENOMINACIÓN DE LA MALLA	ABERTURA EN mm	% QUE PASA
2"	50.00	100
1 1/2"	37.50	95-100
3/4"	19.00	35-70
3/8"	9.50	0-20
Núm. 4	4.75	0-5

Nota: Datos tomados de manual CEMEX (2002)

El contenido de sustancias perjudiciales en el agregado grueso no deberá exceder los porcentajes máximos que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 2.*Porcentajes máximos de sustancias perjudiciales A. grueso.*

SUBSTANCIAS PERJUDICIALES	% MÁXIMO
Partículas Deleznables	0.25
Partículas suaves	5.0
Pedernal como impureza	1.0
Carbón mineral y/o lignito	1.0

En el caso de que se tengan dudas acerca de la calidad del agregado grueso, se llevará a cabo la determinación de la pérdida por intemperismo acelerado, la cual no deberá ser mayor de doce por ciento (12%), en el entendido que el cumplimiento de esta característica no excluye las mencionadas anteriormente.

Agregado fino: El agregado fino o arena deberá tener un tamaño máximo de 9.51 mm con la distribución granulométrica que se indica a continuación:

Tabla 3*Distribución de granulometría agregado fino.*

DENOMINACIÓN DE LA MALLA	ABERTURA EN mm	% QUE PASA
3/8"	9.51	100
Núm. 4	4.75	95-100
Núin. 8	2.36	80-100
Núm. 16	1.18	50-85
Núm. 30	0.60	25-60
Núm. 50	0.30	10-30
Núm. 100	0.50	2-10
Núm. 200	0.08	4 máximo

Nota: Datos tomados de manual CEMEX (2002).

El agregado fino no deberá tener un retenido mayor de cuarenta y cinco por ciento (45%), entre dos (2) mallas consecutivas; además, deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

Tabla 4

Requisitos de calidad agregado fino.

Equivalente de arena	80% mínimo
Módulo de finura	2.30 mínimo 3.70 máximo

Nota: Empleando sulfato de sodio

En el caso de que se tengan dudas acerca de la calidad del agregado fino, se llevará a cabo la determinación de la pérdida por intemperismo acelerado, la cual no deberá ser mayor de 10%, en el entendido de que esta condición no excluye las mencionadas anteriormente.

Cemento

Se empleará cemento Portland tipo I, que cumpla con los requisitos específicos que se señalan en la norma Venezolana COVENIN 28.

Agua: El agua que se emplee en la fabricación del concreto deberá ser potable, y por lo tanto, estar libre de materiales perjudiciales tales como aceites, grasas, materia orgánica, etc. Así mismo, no deberá contener cantidades mayores de las substancias químicas que las que se indican en la siguiente tabla, en partes por millón:

Tabla 5*Sustancias químicas máximas agregado fino.*

SUSTANCIAS PERJUDICIALES	ppm, Máximo
Sulfatos (convertidos a Na ₂ SO ₄)	1,000
Cloruros (convertidos a NaCl)	1,000
Materia Orgánica (oxido consumido en medio ácido)	50
Turbiedad y/o lignito	1,500

Aditivos

Podrá emplearse aditivos químicos para concreto que cumplan con los requerimientos de la norma venezolana COVENIN 356 para aditivos del tipo D ó G, reductor de agua y retardardador o reductor de agua de alto rango y retardador. La dosificación será la necesaria para que el fraguado inicial de la mezcla a la temperatura estándar de veintitrés grados centígrados (23°C) no se produzca antes de 3 ni después de 6 horas a partir de la finalización del mezclado.

Podrá también utilizarse un agente inclusor de aire, que cumpla con los requisitos que señala la norma Venezolana COVENIN 357. El porcentaje de aire total en la mezcla de concreto fresco será de 5±1%, y se evaluará según los requerimientos de la norma venezolana COVENIN 348.

2.2.2.4 MEZCLAS DE PAVICRETO:

General:

El concreto será de preferencia premezclado, adquirido de una empresa de reconocida trayectoria y que cumpla con los lineamientos de calidad establecidos en

la norma Venezolana COVENIN 633, en base a los cuales se controlará el concreto que sea servido. La empresa de premezclado deberá proveer, a solicitud de la Inspección, los resultados de ensayos demostrativos de la conformidad de los materiales con los parámetros especificados en los apartes anteriores. Así mismo deberá proveer a la Inspección periódicamente de los resultados de ensayos practicados al concreto endurecido que permitan garantizar que la calidad del material se encuentra acorde con los parámetros de diseño y con los contenidos en las presentes especificaciones. El concreto en general deberá ser preparado, transportado y entregado conforme a los requerimientos de la norma venezolana COVENIN 633.

En caso de que se elabore concreto a pié de obra, el diseño de la mezcla se hará utilizando los agregados que cumplan con los requerimientos anteriormente especificados. Quedará a cargo del contratista y será propuesto a la Inspección, cuya aprobación en cuanto a agregados y diseño propuesto no liberará al contratista de la obligación de obtener en obra la resistencia y todas las demás características para el concreto fresco y endurecido, así como los acabados de la obra. Para esta modalidad de suministro del concreto, la dosificación de la mezcla se hará en peso. La ejecución de los controles necesarios durante la elaboración del concreto para garantizar el cumplimiento con los requerimientos de calidad antes especificados se regirá por los parámetros señalados en la norma Venezolana COVENIN 633, y será bajo la responsabilidad exclusiva del Contratista.

El asentamiento deseable de la mezcla de concreto al momento de su colocación deberá ser 10 centímetros, medido mediante el cono de Abrams según lo especificado en la norma Venezolana COVENIN 339; este asentamiento nunca deberá ser menor de 2.5, ni mayor de 12 centímetros. Las mezclas que no cumplan con este requisito no podrán ser colocadas en pavimentos.

2.2.2.4.1 Elaboración de la mezcla.

El control del proporcionamiento de todos los materiales para elaborar la mezcla de concreto fresco, incluyendo el agua, deberá realizarse en peso, utilizando básculas previamente calibradas y aprobadas por la Inspección. El área donde se realicen las operaciones de pesado del cemento, deberá estar sellada y contar con un sistema de filtración para evitar fugas del material hacia el medio ambiente.

El manejo de los agregados deberá garantizar que no se produzcan segregaciones o contaminaciones con materiales ajenos al concreto y/o sustancias perjudiciales. Antes de ser mezclados, los agregados deberán ser separados por lo menos en dos tamaños, para ser pesados.

Transporte: El transporte de los agregados y la mezcla se efectuará de preferencia en camiones, sean mezcladores o no, pero previniendo cualquier pérdida de humedad o material; así mismo, se procederá a su lavado con agua a presión cuando se tengan

residuos que puedan afectar el buen comportamiento del concreto. La Inspección fijará de acuerdo con el contratista los intervalos de esta operación.

En el caso de emplear camiones no mezcladores para el transporte del concreto, éstos deberán contar con caja revestida de lámina, cubierta que evite la evaporación de la mezcla y mecanismos que depositen la mezcla en forma satisfactoria, sin segregaciones. La caja deberá estar perfectamente limpia antes de ser utilizada con nuevas mezclas.

Cuando el concreto fresco se deposite en el lugar del vaciado con canales o tubos, se dispondrán éstos de tal manera que se prevenga cualquier segregación de los materiales.

Vaciado: La colocación y compactación del concreto se hará dentro de los cuarenta y cinco (45) minutos siguientes a su elaboración, salvo que se empleen aditivos tipo D ó G (retardador de fraguado y reductor de agua). Para este caso, queda a criterio de la Inspección el autorizar el tiempo máximo entre elaboración y colocación, siempre en base a resultados de ensayo que permitan establecer con seguridad que el concreto será colocado, tendido y compactado antes de su fraguado inicial.

El concreto se vaciará empleando medios y prácticas apropiados para evitar la segregación de los materiales, y se tenderá de manera tal que se garantice la calidad de acabado superficial y el mantenimiento de los niveles. A este efecto se puede emplear equipo mecanizado como máquinas de rodillos oscilantes, reglas vibratorias o reglas manuales.

La operación de vaciado del concreto deberá realizarse de manera que los niveles y acabado superficial inicial se obtengan sin que exista excesivo trabajado superficial del concreto a fin de evitar excesiva exudación de agua o segregación de los componentes de la mezcla.

La compactación del concreto se llevará a cabo adecuadamente con vibradores de inmersión desde la superficie.

Acabado Superficial: El acabado superficial longitudinal del concreto recién vaciado podrá proporcionarse mediante llanas metálicas, y a continuación, mediante el arrastre de tela de yute o bandas de cuero. Posteriormente, y de ser así requerido en el proyecto, con un equipo manual de texturizado, se procederá a realizar el texturizado transversal mediante un rastrillo de alambre en forma de peine, con una separación entre dientes de 20 milímetros, ancho de dientes de 3 milímetros, y con una profundidad de penetración máxima de 6 milímetros y mínima de 3 milímetros a todo lo ancho de la superficie pavimentada. Esta operación se realizará cuando el concreto esté lo suficientemente plástico para permitir el texturizado, pero lo suficientemente seco para evitar el que el concreto fluya hacia los surcos formados por esta operación.

Una vez terminados los trabajos de construcción de las losas correspondientes al día, y en el transcurso de las siguientes cuarenta y ocho (48) horas, el contratista se obligará a realizar los estudios necesarios para garantizar que el índice de perfil del pavimento construido cumpla con las tolerancias incluidas en esta especificación.

2.2.2.5 ENSAYO DE FLEXIÓN POR TRACCIÓN.

2.2.2.5.1 Aparato. Prensa de Ensayo.

- ✓ Tendrá la rigidez suficiente para resistir los esfuerzos del ensayo sin alterar las condiciones de distribución y ubicación de la carga y lectura de resultados.
- ✓ Tendrá piezas de apoyo de la probeta y piezas para aplicar la carga con sus correspondientes accesorios.

2.2.2.5.2 Campo de aplicación.

Para el ensayo de tracción por flexión se aplica uno de los dos procedimientos siguientes, según sea la dimensión básica (d) de la probeta:

- ✓ Cargas $P/2$ en los límites del tercio central de la luz.
- ✓ Se aplicará a probetas de dimensión básica igual o mayor a 150 mm.
- ✓ Cargas P en el centro de la luz de ensayo.
- ✓ Se aplicará a probetas de dimensión básica menor a 150 mm.

2.2.2.5.3 Procedimiento: Las probetas se retiran del curado inmediatamente antes del ensayo y se protegen con arpilleras mojadas hasta el momento en que se colocan en la máquina de ensayo.

La luz de ensayo debe cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Carga $P/2$ aplicada en los tercios=Igual o mayor que 3 veces la altura de la probeta.
- ✓ Carga P centrada=Igual o mayor que 2 veces la altura de la probeta.

2.2.2.5.4 Medición de probetas.

- ✓ La distancia entre las líneas de apoyo y los extremos de la probeta debe ser igual o mayor a 2,5 cm.
- ✓ Con líneas rectas, finas e indelebles se marcan sobre las 4 caras mayores las secciones de apoyo y de carga, que servirán para colocar y alinear la probeta en la máquina de ensayo.
- ✓ Se registra la luz de ensayo (L), aproximando a 0,1 cm.

2.2.2.5.5 Ensayo.

- ✓ Se limpian las superficies de contacto de la probeta y máquina de ensayo y se coloca la probeta alineada y centrada dejando la cara de llenado en posición vertical.
 - ✓ Aplicar hasta un 5% de la carga prevista de rotura verificando que los contactos cumplen las tolerancias.
 - ✓ Se aconseja utilizar bandas de cuero para mejorar el contacto apoyo-probeta, con espesor mín. 5 mm, ancho máx. 25 mm y largo igual al de la probeta.
 - ✓ Continuar la aplicación de la carga sin choques y a velocidad uniforme
 - ✓ Alcanzar la rotura en tiempo igual o mayor a 300 segundos.
 - ✓ Velocidad de aplicación de la carga no mayor a 0.16 Kg/cm²/ seg. g).
- Registrar la carga máxima (P) expresada en Kg.

✓ Medir y registrar ancho promedio (b) y altura promedio (h) de la probeta en la sección de rotura

2.2.2.5.6 Expresión de resultados.

2.2.2.5.6.1 Ensayo con P/2 en los tercios.

Si la fractura se produce en el tercio central de la luz de ensayo, calcular la resistencia a tracción (Rf) del hormigón por:

$$\text{Formula 1. } R_f = \frac{P * L}{b * h^2} \text{ Kgs/cm}^2.$$

Si la fractura se produce fuera del tercio central de la luz de ensayo, pero en la zona comprendida entre el plano de aplicación de la carga y una distancia de (0.05xL) de ese plano.

Calcular la resistencia a tracción (Rf) del concreto por:

$$\text{Formula 2. } R_f = \frac{3 * P * a}{b * h^2} \text{ Kgs/cm}^2$$

a = distancia entre la sección de rotura y el apoyo más próximo medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la probeta.

2.2.2.5.6.2 Ensayo P en el centro de la luz.

Calcular la resistencia a tracción (Rf) del hormigón por:

Formula 3. $RF = \frac{3 * P * L}{2 * b * h^2}$ Kgs/cm²

2.2.3 ADITIVO SÚPER PLASTIFICANTE.

Este aditivo de concretos es empleado, para aumentar plasticidad y reducir la cantidad de agua de la mezcla.

En este caso el objetivo es reducir la cantidad de agua manteniendo constantes la dosis de cemento y la fluidez de la mezcla con lo que, al disminuir el valor de la relación, se obtendrá mayor resistencia mecánica y durabilidad (menos porosidad) del concreto endurecido. Es frecuente llamar “mejoradores de la resistencia” a los aditivos de este tipo, lo cual no es estrictamente correcto; que no actúan sobre la Ley de Abrams (no la modifican) sino que su uso permite disminuir el valor de agua sin perder asentamiento ni emplear más cemento, incremento de resistencia es una consecuencia de poder reducir el valor.

Descripción Ampliada Se ofrecen en el mercado distintos tipos de superplastificantes, a saber:

Superplastificante para Hormigón de Alta Resistencia Inicial: Sirve como superplastificante, reductor de agua y acelerador de fraguado. Permite reducir la relación agua/cemento hasta en un 30% dependiendo de la dosis aplicada.

Superplastificante para Hormigón Convencional de Alta Resistencia: Este aditivo es un superplastificante reductor de agua, que además actúa como acelerador de fraguado controlado, aumentando la docilidad y reduciendo la cantidad de agua de amasado.

2.2.3.1 Mejoradores de la tixotropía. Superplastificantes.

La propiedad de las mezclas que se conoce como “tixotropía”, consiste en la capacidad del material en su estado fresco, de atiesarse cuando está en reposo y de fluidificarse cuando está en movimiento; es intensificada, en mayor o en menor grado, por la acción de los aditivos reductores de agua con acción plastificante. Dada la beneficiosa influencia de este efecto sobre la acomodación de la mezcla en los encofrados, rellenándolos a cabalidad y envolviendo los aceros de refuerzo y, dada la disminución de los riesgos de segregación de los granos de los agregados, así como la moderación a los efectos nocivos de la exudación, el papel de estos aditivos es importante. Están constituidos, fundamentalmente, por condensados sulfonados de naftalina o melamina. Cumplen con los requisitos especificados en la Norma COVENIN 356 para los aditivos Tipo F y Tipo G, y ASTM C1017 Tipos I y II.

En términos generales, un concreto sin aditivos puede mantenerse cohesivo con asentamientos hasta de 12 a 15 centímetros. Si se trata de aumentar el asentamiento mediante la adición de agua, es casi seguro que la mezcla presente segregación. Con los aditivos plastificantes habituales, que aumentan la tixotropía sin afectar la cohesividad, se puede lograr hasta unos 18 centímetros de asentamiento sin

segregación. Esto es posible no sólo en los valores límites, sino en cualquier nivel de fluidez. La ventaja evidente del aditivo es que permite obtener estos beneficios sin afectar la resistencia mecánica, debido al efecto simultáneo de la reducción del agua. A medida que aumenta el poder o la capacidad de acción del aditivo, denominado 'rango' o efectividad, sus efectos resultan más acentuados, hasta llegar a los altos rangos de los superplastificantes (del orden de 30%) con los cuales se pueden obtener concretos autonivelantes que requieren poca acción mecánica de compactación para su acomodo en los moldes, concretos que también son llamados reoplásticos, con asentamientos del orden de los 20 centímetros o más.

Para este tipo de concretos, el Cono de Abrams no es el mejor Procedimiento para medir el efecto superplastificante. En cualquier caso, el control de asentamiento debe hacerse antes de añadir el aditivo y el incremento puede evaluarse mediante la Mesa de Caídas o, inclusive, visualmente. Para que los concretos autonivelantes no sufran segregación se requiere una granulometría especial, con mayor proporción de finos.

El efecto fluidificante de estos aditivos es limitado en el tiempo aún cuando es suficiente para ser incorporado en la planta de premezclado y, luego, Hacer el concreto al sitio de obra. En aquellos casos en los cuales se incorpora en sitio deberán añadirse de 70 a 100 revoluciones de mezclado en el camión, antes de la descarga. Cuando, como consecuencia de demora en el traslado desde la planta a la obra, ocurran pérdidas de asentamiento, podrán hacerse ajustes adicionales antes de la descarga. Otra práctica recomendada es añadir parte del aditivo en la planta y el resto en el sitio de obra.

La colocación de los concretos auto nivelantes es rápida y fácil lográndose una compactación apropiada con mucho menos energía o esfuerzo que para el concreto convencional. Por sus características especiales deben extremarse los controles de calidad en las distintas etapas a saber: selección de materiales dosificación, almacenamiento, mezclado, transporte, colocación, consolidación, acabado y curado; además del estricto control en la medición e incorporación del aditivo, es preciso el control de asentamiento y redosificación o dosificación progresiva.

Cuando los aditivos de alto rango son empleados como reductores de agua, su efecto es muy pronunciado lo que permite obtener valores de relación agua/cemento muy bajos (0,26 a 0,33) con el consiguiente incremento de las resistencias y sin segregación. Se requiere que la mezcla original tenga un asentamiento inicial, sin aditivo, de 3 pulgadas a 7 pulgadas.

Los aditivos superplastificantes son particularmente útiles en las siguientes situaciones:

- ✓ Por su facilidad de bombeo y las altas resistencias a edades tempranas, para fabricación de elementos de concreto pretensado, concreto a la vista o de obra limpia y sistemas de erección con encofrados deslizantes o sistema túnel.
- ✓ Por su mayor resistencia a la abrasión, en pisos industriales.
- ✓ Donde sea conveniente controlar el calor de hidratación y la retracción, así como facilitar la colocación del concreto, como ocurre en concretos masivos, con secciones mayores de 60 centímetros, y en grandes vaciados.

2.2.4 DRAMIX.

Las fibras de acero Dramix están diseñadas especialmente para el refuerzo del concreto. Vienen fabricadas de alambre de acero trefilado en frío y cortados en determinadas longitudes, son de primera calidad para así pues asegurar una alta resistencia a la tensión con tolerancias extremadamente pequeñas. Provistas de terminaciones en forma de ganchos, proporcionan un anclaje inmejorable. Vienen encoladas lateralmente unas a otras como si fuesen grapas de una grapadora de papel, así se puede limitar el aspecto de los peines en el momento de mezclarlos con los áridos y evitar los problemas de segregación.

Con respecto a la resistencia a corrosión, las fibras de acero solo necesitan recubrirse de concreto 1-2 mm en comparación a los 30-40mm que necesitan las mallas normales. La corrosión de las fibras en la superficie podría causar decoloraciones pero no afecta a las propiedades mecánicas de las estructuras reforzadas con concreto con fibras de acero. Las fibras en fisuras menores de 0,25mm no se oxidan.

El rendimiento de las fibras depende de la dosificación (kg/m^3) y de los parámetros de las mismas (resistencia a la tensión, longitud, diámetro, anclaje). Un factor clave para la calidad del hormigón con fibras es la relación entre la longitud y

el diámetro de las fibras: cuanto más alta sea la relación l/d , mejor será el rendimiento.

2.2.4.1 Características:

- ✓ Filamentos de alambre estirados en frío, cortados y deformados.
- ✓ Bajo y alto contenido de carbono.
- ✓ Brillante, galvanizado y acero inoxidable.

2.2.4.2 Ventajas y beneficios:

- ✓ Refuerzo multidireccional.
- ✓ Excelente control de fisuras producidas por retracción y temperatura.
- ✓ Distribución homogénea en la matriz de concreto.
- ✓ Alta resistencia al impacto.
- ✓ Fácil instalación / Mayor rendimiento.
- ✓ Manipulación sencilla y reducidos espacios de almacenamiento

2.2.4.3 Usos.

- ✓ Lamina colaborante.
- ✓ Pisos industriales / comerciales.
- ✓ Pavimentos.
- ✓ Obras subterráneas.
- ✓ Estabilización de taludes.
- ✓ Prefabricados.

2.2.4.4 Tipos Normales:

Normalmente las fibras DRAMIX utilizadas para el refuerzo de pavimentos de hormigón son de dos tipos:

- ✓ Encoladas: RC 80/60 BN O RC 65/60 BN
- ✓ Sueltas: RL 45/50 BN

La adición de 15 a 40 Kg/m³, dependiendo del tipo de estas diferentes fibras, que están encoladas en peines o sueltas, puede ser ejecutada sin dificultad si se cumplen las recomendaciones siguientes, en relación a la composición del concreto.

2.2.4.5 Adición y mezclado.

La adición de las fibras puede hacerse en la planta del concreto o directamente en la concreteira en obra.

Adición en la planta del concreto. La cantidad a añadir depende del contenido requerido de fibras y la capacidad de la hormigonera, por ejemplo 6m³. Las fibras deben:

- ✓ Añadirse a la arena y/o a las piedras en cinta subida.
- ✓ Verterse directamente en la mezcladora de la planta después de cargar la piedra, pero nunca antes.

No hay necesidad de aumentar el tiempo de mezclado excepto en el caso de que el concreto con fibras sea transportado en un camión volquete, (por ejemplo el hormigón vertido en la construcción de carreteras); en este caso es vital asegurarse de que las fibras están bien separadas antes del vaciado de la hormigonera al volquete.

Si la consistencia requerida se obtiene mediante el uso de:

- ✓ Un plastificante reductor de agua, este debe añadirse al agua de la mezcla, vertida en la mezcladora de la planta
- ✓ Un “súper” plastificante, este debe añadirse “in situ” a la hormigonera girando a velocidad máxima; el tiempo de mezclado es prescrito por el fabricante del mismo.

Adición en el camión hormigonera. El concreto sin fibra es entregado a la obra en el camión hormigonera, con una carga restringida al 85% de su capacidad máxima. La cantidad de fibras a añadir depende de la dosificación requerida de fibras y el volumen real de hormigón contenido en el camión hormigonera.

Si la consistencia requerida se obtiene mediante:

- ✓ Un plastificante reductor de agua, este debe añadirse al agua de la mezcla, vertida en la mezcladora de la planta
- ✓ Un “súper” plastificante, la adición de las fibras se hará inmediatamente después del vertido del “súper” plastificante en el camión hormigonera.

La cantidad máxima es de tres sacos de 20kg por minuto, dentro de la hormigonera rodando esta a velocidad máxima. Esta operación puede facilitarse mediante el uso de una cinta transportadora móvil o una grúa plegable ligera con una cuneta de capacidad de 60kg.

La rotación de la hormigonera, de cualquier capacidad, debe mantenerse girando a velocidad constante durante 5 minutos después del vertido de la última carga de fibras.

Es necesaria una inspección visual para controlar que las fibras estén bien separadas, si no, el tiempo de mezclado a alta velocidad tiene que ser incrementado unos minutos más hasta conseguirlo.

2.2.4.6 Extendido del concreto con fibras.

El vertido del hormigón con fibras “in situ” puede realizarse directamente por la hormigonera, por dúmper de gran capacidad o por bombeo. El concreto con fibras con “súper” plastificante, no necesita ser vibrado para su aplicación. El hormigón de fibras puede extenderse usando las mismas técnicas que las utilizadas en solados tradicionales, esto es:

- ✓ Hormigón extendido manualmente utilizando una regla recta sin encofrado.
- ✓ Hormigón extendido manualmente utilizando una regla vibratoria o flotante sin encofrado.
- ✓ Hormigón extendido manualmente utilizando una regla vibratoria apoyada sobre el marco del encofrado y extendido en franjas.
- ✓ Hormigón extendido mecánicamente utilizando una extendedora laser en la que la regla vibrante con brazo extensible es controlada por dos sensores laser.
- ✓ Hormigón extendido mecánicamente por extendedora de pavimentos. (Maquina de acabado con regla vibrante y bastidores deslizantes, utilizada para grandes superficies al aire libre como carreteras y aeropuertos).

Se recomienda los métodos de trabajo usando la regla vibrante, ya que hacen subir la lechada y mandan las fibras a la masa, actuando así convenientemente dentro del hormigón.

2.2.4.7 Control del contenido en fibras:

Se consigue el control del contenido de fibras tomando el peso de estas lavadas y secas, recogidas del volumen de al menos diez litros de concreto. Las variaciones permisibles con respecto a la mezcla especificada no deben exceder del 20% para cada ensayo y del 10% para el valor medio de al menos 6 ensayos.

2.2.5 VICSON o BEKAERT.

VICSON S.A. es el principal fabricante de alambre y sus productos derivados en Venezuela. Su origen se remonta al año 1950, cuando se establece como empresa al occidente del país en la ciudad de Barquisimeto. La planta se inicia con la fabricación de productos dirigidos básicamente a la industria de la construcción (Clavos y Mallas Soldadas), mercado parcialmente abastecido, para ese entonces, por productos importados. La empresa está respaldada por la exigente norma "ISO 9001" en su sistema de calidad, manteniendo desde su aprobación, el cumplimiento de programas continuos que le aseguran esta certificación y le garantizan aún más la calidad de sus productos.

Actualmente VICSON S.A. cuenta con una capacidad para producir más de 100.000 toneladas de alambre. Ofrece más de 2.000 productos diferentes y atiende a más de 500 clientes, de los cuales el 20% corresponden al mercado de exportación.

Desde sus inicios y hasta el presente, VICSON S.A. ha mantenido como prioritario la capacitación permanente de todos sus trabajadores, permitiéndole adaptarse a importantes cambios tecnológicos que le han garantizado, su posición de líder en el mercado del alambre.

2.2.3.1 Consideraciones de Vicson para un diseño de mezcla con Fibra Dramix

Dramix proporciona algunas consideraciones sobre el diseño de las mezclas, y cabe destacar las siguientes:

Concreto o Hormigón.

La composición del cemento debe proporcionar:

- ✓ Facilidad de trabajo dependiendo del método de extendido del pavimento.
- ✓ Si es necesario, fácil bombeo sin formación de obstrucciones.
- ✓ La menor retracción posible.
- ✓ Uniformidad y consistencia de la mezcla durante el vertido.

El concreto en fibras está compuesto de: cemento, arena, piedra picada, agua, aditivos y fibras. Estos diferentes componentes tienen que cumplir con las normativas vigentes.

En los apartados que siguen se analizarán las proporciones recomendadas para estos componentes:

Cemento. Para reducir la retracción, la proporción de cemento debe ser lo menor posible remendando una cantidad de 300 a 350 Kg/m³, para así asegurar:

- ✓ Las propiedades de resistencia mencionadas anteriormente.
- ✓ Un tiempo de fraguado satisfactorio, teniendo en cuenta el acabado del pavimento requerido y las condiciones ambientales a la hora del vertido.

Arena y piedra picada. Las fibras tienen que estar bien mezcladas para asegurar su buena adhesión al concreto. Para alcanzar esta, la granulometría del agregado fino (Arena) debe ser continua. La granulometría del agregado grueso (piedra picada), debe estar entre los límites indicados en el ensayo de granulometría que más adelante le proporcionaremos.

Para evitar segregación del concreto, exudación y la fisuración causada por ella, VICSON recomienda que el contenido del grano fino sea < 0,25mm, y en caso de que sea menor del requerido se debe utilizar aditivos como: cenizas volantes, rellenos o materiales similares para llegar al mínimo contenido requerido de grano fino.

Agua. El agua utilizada para la mezcla debe estar limpia. La cantidad de material en suspensión y sales solubles no puede exceder los límites dispuestos por las normativas para concreto normales. Es deseable una relación de agua/cemento de 0,5 pero no tienen que ser superior a 0,55. Se prohíbe añadir más agua, la trabajabilidad o

la docilidad requerida tiene que ser obtenida utilizando un plastificante o “súper” plastificante.

Aditivos. Plastificantes y “súper” plastificante. La resistencia y la uniformidad en las propiedades de un pavimento en toda su extensión dependen de una buena trabajabilidad del concreto. Aunque las fibras DRAMIX, que están encoladas juntas en peines, no necesitan que el concreto sea ‘liquido’ para su adición es recomendable el uso de un plastificante para obtener la resistencia requerida para el vertido sin adición de agua. Estos deben ser utilizados de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Normalmente los aditivos representan una proporción del 0,5 al 1% del peso del cemento. Bajo ninguna circunstancia los aditivos pueden aumentar la retracción absoluta o diferencial del concreto.

Agentes reductores de aire. Aunque su uso sistemático no es recomendable, pueden ser deseables agentes reductores de aire para pavimentos en exteriores, para mejorar su resistencia al desconchamiento causado por la helada (creación de pequeños espacios por hinchamiento). Normalmente cualquier incremento del aire atrapado en el interior del hormigón reducirá su resistencia; si se requiere, esta reducción puede compensarse con la utilización, simultánea de un plastificante o “súper” plastificante que sea compatible con el agente reductor de aire.

Acelerantes. Como en todos los pavimentos, el uso de estos aditivos, que son utilizados en invierno para evitar retrasos en el fraguado, no es recomendable. Estos aditivos provocan un fraguado más rápido en el interior del pavimento en la capa superficial endurecida causando una separación de esta.

Retardadores. Estos aditivos se usan en verano para permitir la ejecución del acabado del pavimento y en particular, el aserrado de juntas antes de que aparezcan grietas incontrolables de retracción.

Agentes expansivos. Normalmente, son productos inorgánicos de polvo que son añadidos a los otros componentes del concreto para compensar los efectos de la retracción; en contacto con el agua se produce una reacción química de dilatación que compensa la retracción del hormigón. Deben realizarse ensayos de los vertidos para controlar si el comportamiento del hormigón es el esperado. Hay también cementos expansivos, pero su grado de dilatación no puede ser controlado tan exactamente como con el uso de un aditivo.

Fibras. Un concreto reforzado con fibras de acero, es un material compuesto hecho a base de mortero de cemento reforzado con una matriz de fibras. En un concreto de fibra, las fibras reparten la tensión de un lado a otro de las fisuras que se crean en la matriz. En otras palabras, las fibras sólo resultan útiles cuando hay fisuras en el concreto. Si no hay fisuras, las fibras no hacen efecto. Las fisuras, no obstante,

pueden aparecer en diferentes etapas de la vida del material, desde el primer momento, justo después de colocar el concreto, e incluso con una edad muy avanzada.

Resistencia. Como al igual que en el concreto armado tradicional, el armado con fibras de acero tiene que ser de la calidad suficiente para permitir que las fibras de acero alcancen su máxima capacidad. Las propiedades mecánicas del hormigón son tales que deben dar una resistencia de compresión al menos de 25Mpa; según un ensayo de resistencia sobre probeta de 16x32, de acuerdo con la Normativa NF P 18-406.

Trabajabilidad del concreto. La consistencia del hormigón se mide mediante un ensayo de asentamiento del Cono de Abrams. Siendo obligatorio que la relación agua/cemento sea menor o igual de 0.55, cualquier incremento del asentamiento deberá obtenerse mediante un plastificante o fluidificante.

Dosificaciones normales. En ausencia de información más exacta el diseño de la composición del concreto, (granulometría de los agregados), la siguiente guía puede ser utilizada para el diseño de la mezcla:

- ✓ 300 a 350 kg de cemento, dependiendo de la temperatura ambiental.
- ✓ 730 a 830 kg de arena, tamaño de 0 a 5 mm.

- ✓ 1030 a 1150 kg de piedra, con granulometría uniforme, debidamente cumpliendo con el rango recomendado.
- ✓ La relación agua/cemento= 0.50 (0.55 máxima), que da un asentamiento en el Cono de Abrams entre 5 y 10 cm antes de añadir el plastificante.
- ✓ Adición del “súper” plastificante en una proporción del 0.5 al 1% del peso propio del cemento para obtener el asentamiento requerido, dependiendo del método utilizado para el vertido del concreto.

2.3 MARCO NORMATIVO LEGAL.

COVENIN 270:1998. Agregados. Muestra para extracción de muestras para morteros y concretos.

COVENIN 277:2000. Concreto. Agregados. Requisitos.

COVENIN 255-77. Método de ensayo para determinar la composición granulométrica de agregados finos y gruesos.

COVENIN 256-77. Método de ensayo para la determinación cualitativa de impurezas orgánicas en arenas para concreto. Ensayo colorimétrico.

COVENIN 258-77. Método de ensayo para determinar por lavado el contenido de materiales más finos que el cedazo #200 en agregados minerales.

COVENIN 261-77. Método de ensayo para la determinación cualitativa de la presencia de cloruros y sulfatos en arenas.

COVENIN 263-78. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

COVENIN 268-98. Método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino.

COVENIN 269-98. Método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso.

COVENIN 272-78. Método de ensayo para determinar la humedad superficial en el agregado fino.

COVENIN 274-78. Método en ensayo para determinar vacíos en agregados para concretos.

COVENIN 354-01. Concreto. Método para mezclado en el laboratorio.

COVENIN 339:2003. Concreto. Método para la medición del asentamiento con el cono de abrams.

COVENIN 340-04. Método para la elaboración y curado en el laboratorio de probetas de concreto para ensayos de flexión.

COVENIN 343-79. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tracción por flexión del concreto en las vigas simplemente apoyadas, con carga en el centro del tramo.

COVENIN 344-02. Concreto fresco. Toma de muestras.

COVENIN 345-80. Método para la extracción de probetas cilíndricas y viguetas de concreto endurecido.

COVENIN 633-03. Concreto premezclado. Requisitos.

CAPITULO III

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

El presente trabajo se agrupa dentro de un diseño de investigación mixta que incluye un primer plano de documentales obtenidos en experiencias, y proporcionadas por la empresa Vicson o conocida internacionalmente como Bekaert; quienes investigan y desarrollan trabajos multidisciplinaria en el ámbito de este tema. Cabe considerar que las distintas investigaciones son de carácter descriptivo y vienen previamente respaldadas y aprobadas por las normas Europeas.

En segundo plano lo esencial la descripción, registro, análisis e interpretación con bases actuales, trabajamos con hechos reales, una investigación descriptiva donde no se manipularon las variables extrínsecas de los productos sino las de los procesos. En este caso se cambiaron las dosificaciones en los diseños de mezclas y se midieron los resultados sin intervenir en la consecución de los mismos.

Por último pasamos a la investigación práctica; fue obtenida por medio de la realización de ensayos de laboratorio y de diseños de mezclas previamente calculados con experiencias anteriores. En resumidas cuentas esta investigación se desarrollo de la siguiente manera: De todas las mezcla que se realizaran, se evaluaran los asentamientos para cada variación de diseño, tomando en cuenta la cantidad de fibra que tiene la mezcla, en base a las dosificaciones preestablecidas, de allí por consiguiente verificar si esta fibra afectaba o no en el comportamiento del asentamiento de las mezclas. Las investigaciones documentales y prácticas son de carácter descriptivo.

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

La investigación fue de tipo experimental, desde la perspectiva de un seguimiento de bases teóricas, donde se precedió a diseñar las metodologías y experimentos necesarios para lograr los objetivos propuestos y de esta manera obtener los resultados. Para ello se trabajo en el laboratorio de materiales que se encuentra en la Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, donde evaluamos las variaciones de asentamientos en las distintas mezclas diseñadas con dosificaciones diferentes de los materiales, usando como refuerzo para el concreto las Fibras de acero. Esta investigación es de carácter transaccional porque se hizo en un momento del tiempo y no se evaluaron resultados posteriores.

3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS.

Para la recolección de los datos se siguió la metodología que se describe a continuación:

En primer lugar se tomaron los agregados y se evaluaron en base a las normas COVENIN pertinentes; de tal manera determinar la calidad de los materiales con los que se iba a trabajar y su uniformidad.

Los ensayos aplicados a los agregados fueron los siguientes:

- ✓ Método de ensayo para determinar la composición granulométrica de agregados finos y gruesos (COVENIN 255/77 – C.C.C.A. Ag 2).
- ✓ Método de ensayo para la determinación cualitativa de impurezas orgánicas en arenas para concreto. Ensayo colorimétrico (COVENIN 256/77 – C.C.C.A. Ag3).
- ✓ Método de ensayo para determinar por lavado el contenido de materiales más finos que el cedazo # 200 en agregados (COVENIN 258/77 Ag 5).
- ✓ Método de ensayo para la determinación cualitativa de la presencia de cloruros y sulfatos en arenas (COVENIN 261/77 – C.C.C.A. Ag 8).
- ✓ Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (COVENIN 263/78- ASTM C29 - C.C.C.A. Ag 10).
- ✓ Método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino (COVENIN 268 – ASTM C128 Y C.C.C.A. Ag 15).

- ✓ Método de ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso (COVENIN 269 – ASTM C127 – C.C.C.A. Ag 16).
- ✓ Método de ensayo para determinar la humedad superficial en el agregado fino, y método de ensayo para determinar vacíos en agregados para concreto (C.C.C.A. Ag 19 y Ag 21).

Culminado estos pasos se procedió a la realización de los diseños de mezcla fundamentados en las variables determinadas mediante los ensayos aplicados a los agregados, a las especificaciones del aditivo VISCOCRETE (ver anexo B) y recomendaciones de cálculo dadas por nuestro tutor. Fueron planteados 3 tipos de mezclas las cuales se diferenciaban por la cantidad de fibra contenidas en ellas, las dosificaciones para los diseños fueron $15\text{kg}/\text{m}^3$ dosis recomendada por los fabricantes, $30\text{kg}/\text{m}^3$ que representa al doble del valor común y $33\text{kg}/\text{m}^3$ que es 10% más del valor máximo establecido.

Posteriormente en el laboratorio se pesaron los materiales en concordancia con el diseño de mezcla resultante y se procedió al mezclado de los materiales, de acuerdo a la norma COVENIN 354-01, en un trompo con capacidad de 30 L. Para el mezclado de los agregados se fraccionaron las dosis de agua y aditivo en 3 partes iguales las cuales se iban añadiendo consecutivamente con la evaluación del asentamiento mediante el cono de Abrams (COVENIN 339-79- ASTM C143) hasta alcanzar el valor de asentamiento requerido que era de 6" (seis pulgadas), una vez alcanzado este valor de asentamiento se pasaba a la preparación y llenado de las viguetas en los

moldes rectangulares con dimensiones generalmente de 30 cm de largo, 10 cm de altura y 8 cm de ancho, llenándolas en 3 capas y compactándolas con 25 golpes distribuidos uniformemente con una barra compactadora lisa de punta redondeada de diámetro igual a 5/8” .

La toma de las muestras para las viguetas se hizo según COVENIN 344-02. A los 7 días, tiempo que se tomo en consideración para la evaluación de los módulos de rotura en función a las variaciones del asentamiento, se extrajeron las viguetas del tanque de curado de acuerdo a norma COVENIN 338-02 y COVENIN 345-80 para ser ensayadas en la máquina de tracción por flexión. Para finalizar se tomaron los datos obtenidos de acuerdo a norma COVENIN 343-79.

3.4 ANÁLISIS DE DATOS.

Para poder evaluar los datos se midieron todas las variaciones que se utilizaron tanto de los complementos de agua, cemento, aditivo y fibra como de las asentamiento en el tiempo se presentaron en tabulaciones, y la resistencia a los 7 días con el modulo de rotura por el método de tracción indirecta estos resultados se correlacionaron y graficaron para determinar las variaciones de asentamiento con respecto a las cantidades de fibras, tomando en cuenta las dosificaciones utilizadas para cada mezcla. En lo que se refiere al análisis, se utilizaron técnicas lógicas como lo son deducción y análisis, para poder obtener las conclusiones de esta investigación.

CAPITULO IV

4 RESULTADOS

4.1 CALIDAD DE LOS AGREGADOS.

Los ensayos de los agregados se realizaron tal y como se explica en el marco metodológico con la finalidad de obtener la variación de calidad de los agregados. Estos datos se adjuntan en los anexos de la presente investigación (ver anexo A). En este capítulo se presenta un resumen de los resultados obtenidos en laboratorio.

Tabla 6.
Granulometría de los agregados.

TIPO DE AGREGADO						GRUESO (PIEDRA PICADA)					
LUGAR DE ENSAYO						LAB. MATERIALES Y ENSAYOS U.C. ING.					
# CEDAZO	3	1 1/2	3/4	3/8	4	8	16	30	50	100	200
% RETENIDO	0,00	0,00	50,13	46,48	2,49	0,23	0,01	0,02	0,03	0,09	0,34
% RET ACUMULADO	0,00	0,00	50,13	96,60	99,60	99,09	99,32	99,33	99,35	99,39	99,81
% PASA	100,00	100,00	49,87	3,40	0,91	0,68	0,67	0,65	0,61	0,53	0,19
TIPO DE AGREGADO						FINO (ARENA CERNIDA)					
LUGAR DE ENSAYO						LAB. MATERIALES Y ENSAYOS U.C. ING.					
# CEDAZO	3	1 1/2	3/4	3/8	4	8	16	30	50	100	200
% RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	4,95	13,03	16,61	18,34	19,40	17,23	6,38
% RET ACUMULADO	0,00	0,00	0,00	0,00	4,95	17,98	34,59	52,93	72,32	89,55	95,93
% PASA	100,00	100,00	100,00	100,00	95,05	82,02	65,41	47,07	27,68	10,45	4,07

Nota: Datos tomados en el lab.de materiales facultad de ingeniería UC.

Tabla 7.*Resultados de los ensayos a los agregados.*

TABLA DE RESULTADOS				
ENSAYO	VALORES OBTENIDOS		VALOR NORMA	
	GRUESO	FINO	GRUESO	FINO
Modulo de finura		2,59		Cercano a 3
% pasante tamiz 200		2,03	COVENIN 258/77 1,0 %	Pmax 3-5% Pmax
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1543	1699	COVENIN 263	
Peso unitario compacto (kg/m ³)	1724	1863		
Peso especifico aparente	1,52	2,64	COVENIN 269	COVENIN 268
Peso especifico	1,18	2,28		
% de absorción	1,0	3,0		
% CLORUROS		0		COVENIN 261/77 0,1% Pmax
% SULFATOS		0,1		COVENIN 261/77 1,0 % Pmax
% Humedad Superficial		4,1		COVENIN 272
Observaciones: El color obtenido es menos oscuro que el vidrio patrón nro. 3 la arena es aceptada.(COVENIN 256/77 – C.C.C.A. Ag 3)				

Nota: Datos tomados en el lab.de materiales facultad de ingeniería UC.

4.2 DISEÑO DEL PAVICRETO.

El diseño del pavicrete se basa en el método del concreto estructural y su diseño fue recomendado por los fabricantes del aditivo conjuntamente con el tutor, donde se procedió a sustituir las especificaciones de la ficha técnica VISCOCRETE (ver anexo B), y los de la ficha técnica DRAMIX (ver anexo C), así como también los valores obtenidos de las variables de los agregados en las casillas correspondientes. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 8.*Mezcla pavicrete LPI 45 para 1m³*

	Materiales	Masa (seca) (kg)	Densidad (kg/lt)	Volumen (lt)
	Cemento tipo I	390	3,15	124
	Agua	220	1,00	220
44%	Arena	472	2,28	207
56%	Piedra	601	1,18	510
0%	Polvillo	0	2,60	0
	Aire Incorporado	2,1%		21
0,60%	Viscocrete	2,34	1,08	0
0,00%	DRAMIX	15	1,00	0
100,60%				1081

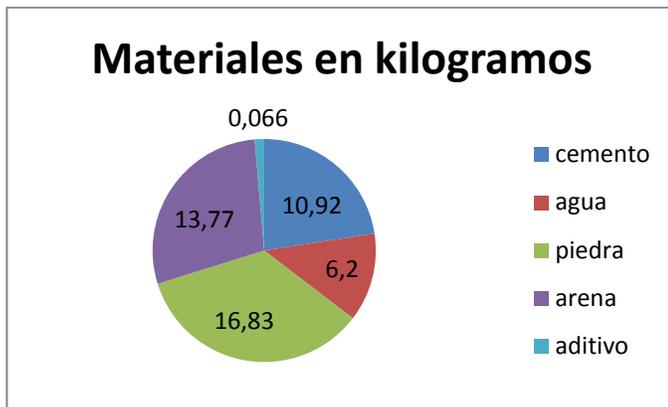
A/C Final	0,564
Agua Final	220

Estas fueron las dosificaciones de cada material necesarias para obtener una con una mezcla de MR= 45 en un trompo con capacidad para 30litros.

Tabla 9.*Diseño de pavicrete LPI 45 para 30L.*

Materiales	Masa (seca) (kg)	Humedad (%)	Absorción (%)	Masa (sss) (kg)	Agua Corregida (lt)
Cemento tipo I	10,9			10,92	
	6,2				
Arena	13,2	4,10%	3,00%	13,77	-0,15
Piedra	16,8	0,00%	1,00%	16,83	0,17
Polvillo	0,0	0,00%	0,00%	0,00	0,00
Aire Incorporado					
Viscocrete	0,066			0,066	60,7
DRAMIX	0,420			0,420	420,0
Agua	0,000	Lts			6,18

Para observar la dosificación de cada material se grafico de la siguiente manera:



GRAFICA 1. DOSIFICACIONES DEL DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN.

4.2.1 Variaciones de la Mezclas finales.

En las distintas mezclas realizadas se agregaron inicialmente 50% de los agregados finos, gruesos y del cemento; el agua se dividió en 3 partes iguales adicionando la primera dosis con los antes mencionados, mientras la fibra se adicionaba progresivamente después del agregado grueso. Desde el momento en que se adiciona el total del peso de los agregados, cemento y de la fibra, se procede a verter la segunda dosis de agua junto con el aditivo, ambos de manera fraccionada para ir evaluando el asentamiento a medida que se aumentaban las dosificaciones de los mezclas. Y estos fueron los resultados obtenidos para cada una:

Mezcla N° 1

En este caso se utilizo el total de la dosificación obtenida mediante la (tabla 9), y se obtuvo un asentamiento de 12”, posterior a esto se adicionaron 4kg de cemento, buscando mejorar la trabajabilidad de la mezcla y se obtuvo nuevamente un valor alto de asentamiento igual a 10”. Al no notar una mejora considerable se rechazo la mezcla y se decidió no tomar muestra de la misma.

Tabla 10.*Datos de la mezcla nro. 1*

Material	Peso	Asentamiento (pulg.)	Variación	Asentamiento (pulg.)	Peso Final
Cemento (kg)	10,92	12	+ 4,0	10	14,92
Agua (L)	6,2		0		6,2
Piedra (kg)	16,83		0		16,83
Arena (kg)	13,77		0		13,77
Aditivo (ml)	66		0		66
Fibra (g)	420		0		420

Mezcla N°2

Tabla 11.*Datos de la mezcla nro.2 dosificación de fibra media.*

Material	Peso	Variación 1	Asentamiento (pulg.)	Variación 2	Asentamiento (pulg.)	Peso Final
Cemento (kg)	10,92	0	8	+ 1	6	11,92
Agua (L)	6,2	-1,7		0		4,5
Piedra (kg)	16,83	0		0		16,83
Arena (kg)	13,77	0		0		13,77
Aditivo (ml)	66	-22		0		44
Fibra (g)	420	0		0		420

Nota: Luego de la toma de muestras a las viguetas en un tiempo de aproximadamente 10 min se tomo el asentamiento de la mezcla y dio como resultado 4”.

Con los resultados obtenidos en esta mezcla se procedió a realizar las primeras 4 viguetas de prueba para una dosificación de fibra media.

Mezcla N° 3

Con los resultados obtenidos en esta mezcla se procedió a realizar las segundas 4 viguetas de prueba para una dosificación de fibra media.

Tabla 12.*Datos de la mezcla nro.3 dosificación de fibra media.*

Material	Cantidad	Variación 1	Asentamiento (pulg.)	MEZCLA FINAL
Cemento (kg)	10,92	0	6	10,92
Agua (L)	6,2	-1,7		4,5
Piedra (kg)	16,83	0		16,83
Arena (kg)	13,77	0		13,77
Aditivo (ml)	66	-36		30
Fibra (g)	420	0		420

Nota: Luego de la toma de muestras a las viguetas en un tiempo de aproximadamente 10 min se tomo el asentamiento de la mezcla y dio como resultado 3”

Mezcla N° 4

Con los resultados obtenidos en esta mezcla se procedió a realizar las primeras 4 viguetas de prueba para una dosificación de fibra máxima.

Tabla 13.*Datos de mezcla nro.4 dosificación de fibra máxima.*

Material	Cantidad	Variación 1	Asentamiento (pulg.)	Variación 2	Asentamiento (pulg.)	MEZCLA FINAL
Cemento (kg)	10,92	0	7	+ 0,5	6	11,42
Agua (L)	6,2	-1,7		0		4,5
Piedra (kg)	16,83	0		0		16,83
Arena (kg)	13,77	0		0		13,77
Aditivo (ml)	66	-26		0		---
Fibra (g)	840	0		0		840

Nota: Luego de la toma de muestras a las viguetas en un tiempo de aproximadamente 10 min se tomo el asentamiento de la mezcla y dio como resultado 3”.

Mezcla N° 5.

Con los resultados obtenidos en esta mezcla se procedió a realizar las segundas 4 viguetas de prueba para una dosificación de fibra máxima.

Tabla 14.*Datos de mezcla nro.5 dosificación de fibra máxima.*

Material	Cantidad	Variación 1	Asentamiento (pulg.)	MEZCLA FINAL
Cemento (kg)	10,92	0	6,5	10,92
Agua (L)	6,2	-2,1		4,1
Piedra (kg)	16,83	0		16,83
Arena (kg)	13,77	0		13,77
Aditivo (ml)	66	-31		35
Fibra (g)	840	0		840

Nota: Luego de la toma de muestras a las viguetas en un tiempo de aproximadamente 10 min se tomo el asentamiento de la mezcla y dio como resultado 4,5”

Mezcla N° 6.

Con los resultados obtenidos en esta mezcla se procedió a realizar las 6 viguetas de prueba para una dosificación de fibra a más del 10% de la máxima.

Tabla 15.*Datos de mezcla nro.6 dosificación de fibra a más del 10% de la máxima.*

Material	Cantidad	Variación 1	Asentamiento (pulg.)	MEZCLA FINAL
Cemento (kg)	10,92	0	8	10,92
Agua (L)	6,2	-2,2		4
Piedra (kg)	16,83	0		16,83
Arena (kg)	13,77	0		13,77
Aditivo (ml)	66	-16		50
Fibra (g)	924	0		924

Nota: Luego de la toma de muestras a las viguetas en un tiempo de aproximadamente 5 min se tomo el asentamiento de la mezcla y dio como resultado 6,5”

A medida que se avanzaba en los experimentos y analizando los resultados obtenidos en cada uno de ellos, se decidió realizar una nueva mezcla, considerando respetar la relación agua /cemento del diseño del pavicrete, es decir manteniendo las

dosis de agua y cemento que establecían los cálculos, e ir aumentando la dosis de fibra metálica progresivamente para la misma mezcla.

Los siguientes cuadros resumen las variaciones que ocurrieron en la mezcla de concreto a medida que se avanza en el experimento.

Tabla 16.

Datos de la mezcla nro7. Dosificación media de fibra, sin usar aditivo

Material	Cantidad	Variación 1	Asentamiento (pulg.)	MEZCLA FINAL
Cemento (kg)	10,92	0	11	10,92
Agua (L)	6,2	0		6,2
Piedra (kg)	16,83	0		16,83
Arena (kg)	13,77	0		13,77
Aditivo (ml)	0	0		0
Fibra (g)	420	0		420

Luego de este resultado, se procede a verter la segunda dosis de fibra a la misma mezcla, aun si adicionar el aditivo.

Tabla 17.

Datos de la mezcla nro7-VI. Dosificación máxima de fibra, sin usar aditivo.

Material	Cantidad	Variación 2	Asentamiento (pulg.)	MEZCLA FINAL
Cemento (kg)	10,92	0	9	10,92
Agua (L)	6,2	0		6,2
Piedra (kg)	16,83	0		16,83
Arena (kg)	13,77	0		13,77
Aditivo (ml)	0	0		0
Fibra (g)	420	+420		840

Posteriormente se continúa con la colocación en la mezcladora de la última dosis de fibra, aun sin usar aditivo.

Tabla 18.

Datos de la mezcla nro. 7-V2. Dosificación de fibra a más del 10% de la máxima, sin usar aditivo.

Material	Cantidad	Variación	Asentamiento (pulg.)	MEZCLA FINAL
		3		
Cemento (kg)	10,92	0	3	10,92
Agua (L)	6,2	0		6,2
Piedra (kg)	16,83	0		16,83
Arena (kg)	13,77	0		13,77
Aditivo (ml)	0	0		0
Fibra (g)	840	+ 84		924

En vista de obtener un valor de asentamiento bajo, se decidió adicionar aditivo super plastificante en pequeñas cantidades para evaluar el cambio en el asentamiento. Cabe destacar que para el momento de medir el asentamiento habían transcurrido 20 min aproximadamente.

Tabla 19.

Datos de la mezcla nro7-V3. Dosificación de fibra a más del 10% de la máxima, usando aditivo.

Material	Cantidad	Variación	Asentamiento (pulg.)	MEZCLA FINAL
		4		
Cemento (kg)	10,92	0	6,5	10,92
Agua (L)	6,2	0		6,2
Piedra (kg)	16,83	0		16,83
Arena (kg)	13,77	0		13,77
Aditivo (ml)	0	+ 10		10
Fibra (g)	924	924		924

Luego de obtener un valor de asentamiento aceptable, graficamos para evidenciar las variables que intervinieron en este experimento y de qué manera afectaron al concreto. (Ver grafica 5).

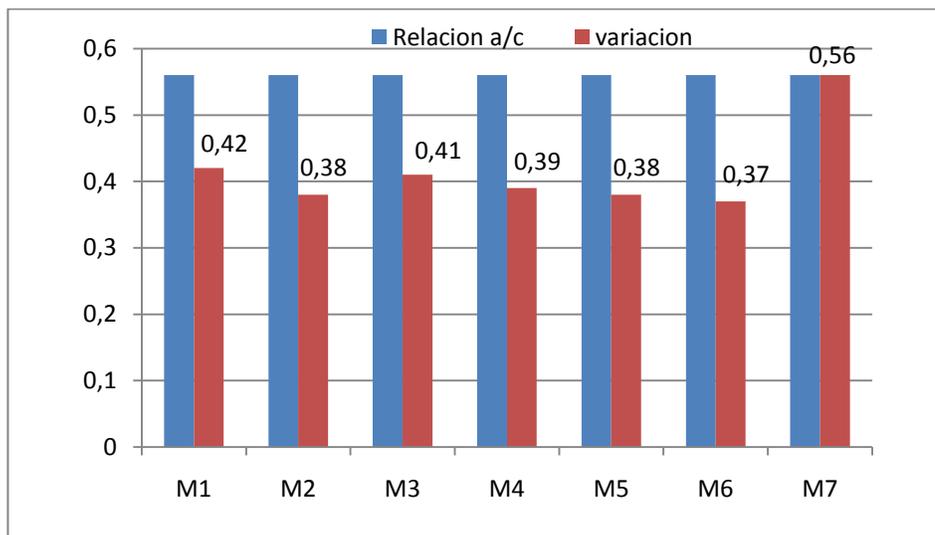
4.3 CORRELACIÓN DE RESULTADOS.

En cada mezcla se pudo observar una variación de agua y cemento, por lo que se procedió a calcular la relación a/c para los diseños de mezcla finales en cada muestra, y así, graficar los resultados.

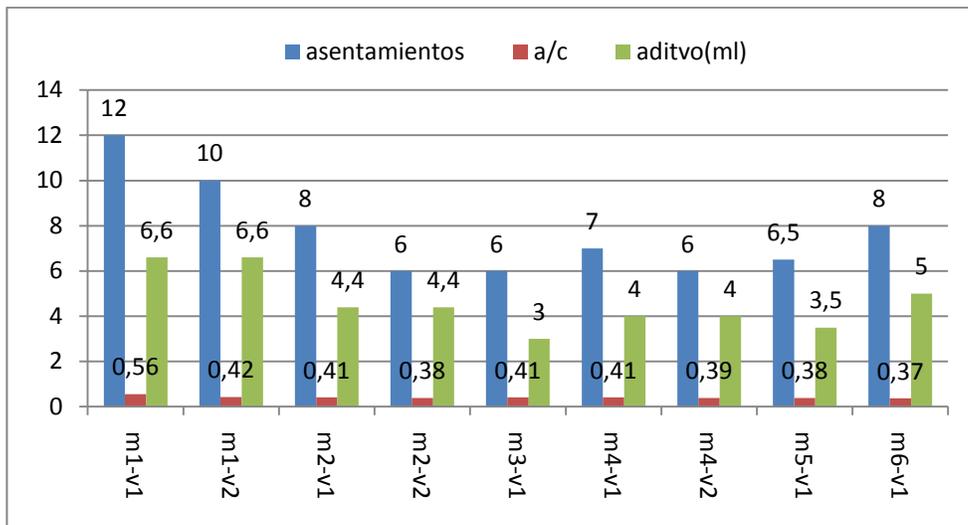
Tabla 20.

Variación de la relación a/c para cada mezcla.

a/c	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
Diseño	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
Variación	0,42	0,38	0,41	0,39	0,38	0,37	0,56



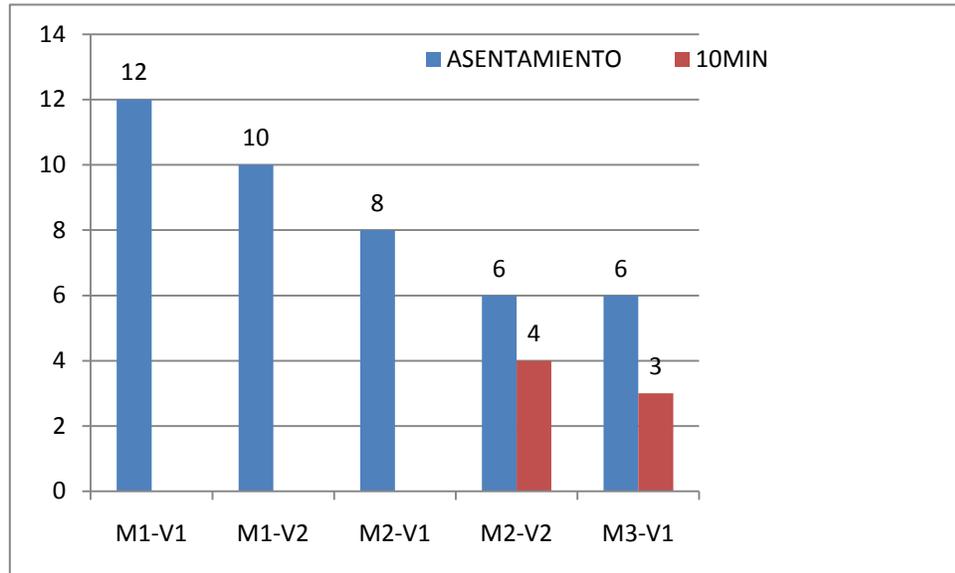
GRAFICA 2. RELACIÓN A/C Y VARIACIÓN.



GRAFICA 3. ASENTAMIENTO CON LA RELACIÓN A/C Y LA CANTIDAD DE ADITIVO USADO EN CADA MEZCLA.

Para poder observar la relación, entre cada dosificación de fibra con respecto al asentamiento, y tomando en cuenta qué, se diseñaron mezclas diferentes con esa variable, se procede a graficar dosificación de fibra vs asentamiento para cada una de las mezclas y su variación después de 10min del proceso de mezclado. Arrojando los siguientes resultados:

DOSIFICACIÓN MEDIA DE FIBRA.

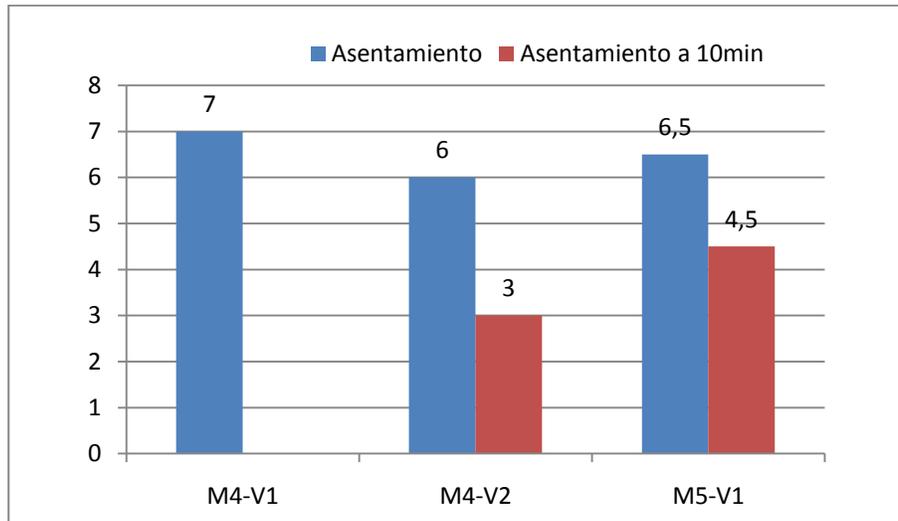


GRAFICA 4. DOSIS MEDIA DE FIBRA VS ASENTAMIENTO.

Observaciones grafica 4.

MEZCLA	OBSERVACIONES
M1-V1, M1-V2	En la mezcla 1 variación1, se utilizó la dosis original de la mezcla y se obtuvo un asentamiento de 12", se adicionaron 4kg de cemento y se obtuvo un asentamiento de 10". De esta mezcla no se tomó muestra por no observar una mejora considerable. (Ver TABLA 10)
M2-V1, M2-V2:	En la mezcla 2 variación1 se disminuyó el agua y aditivo en un 25% aproximadamente del diseño original y se obtuvo un asentamiento de 8", se volvió a ensayar adicionándole 1kg de cemento y se obtuvo un asentamiento de 6". (Ver TABLA 11)
M3-V1:	En la mezcla 3 variación1 la diferencia fue que se vertió el 75% del agua y el 45% del aditivo obtenido del diseño original. Y se tomó el asentamiento dando 6" sin necesidad de repetir. (Ver TABLA12)

DOSIFICACIÓN MÁXIMA DE FIBRA.

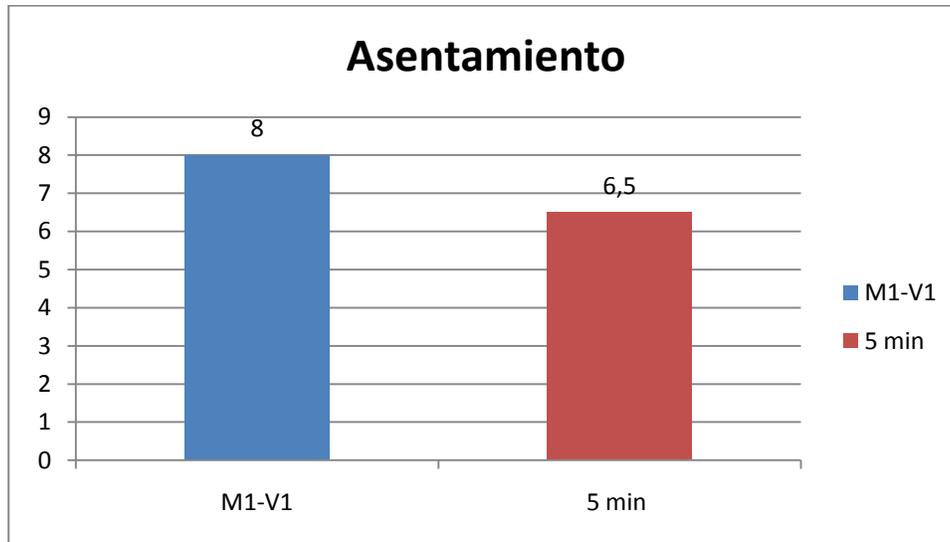


GRAFICA 5. DOSIS MÁXIMA DE FIBRA VS ASENTAMIENTO.

Observaciones grafica 5.

MEZCLA	OBSERVACIONES
M4-V1, M4-V2	En la mezcla 4 variación 1 la diferencia fue que solo se agregó el 75% del agua y el 60% del aditivo para obtener un asentamiento de 7". Para variar se le añadió ½ kg de cemento y dio como resultado 6" de asentamiento final.
M5-V1	En la mezcla 5 se adiciono solo el 66% del agua y el 53% del aditivo, del diseño original y se obtuvo un asentamiento de 6,5".

DOSIFICACIÓN DE MÁS DEL 10% DE LA MÁXIMA.

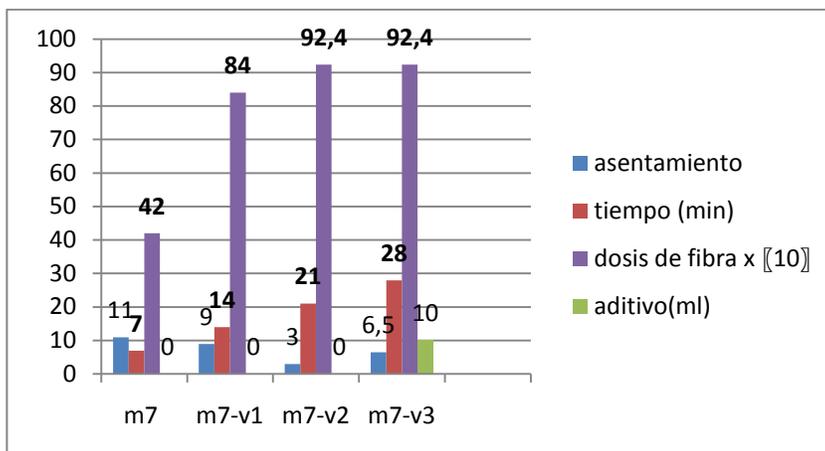


GRAFICA 6. DOSIS MÁS DEL 10% DE LA CANTIDAD MÁXIMA DE FIBRA VS ASENTAMIENTO.

Observación grafica 6: M1-V1. En esta mezcla se adiciono solo el 65% del agua y el 75% del aditivo de la mezcla original y se obtuvo un asentamiento del 8". Para dejar actuar a la fibra en el proceso de mezcla se esperó 5min y se obtuvo un asentamiento de 6,5".

MEZCLA 7 CON VARIACIONES DIFERENTES.

Para este último diseño se decidió graficar el asentamiento con respecto al tiempo, aditivo y dosis de fibra diferentes, para correlacionar los resultados de la siguiente manera:



GRAFICA7. Relación entre asentamiento, tiempo, dosis de fibra y aditivo.

4.4 PRUEBAS DE LAS VIGUETAS A LOS 7 DÍAS.

Después de haber transcurrido 7 días se tomaron las medidas y peso a las viguetas para así realizar las pruebas con la máquina de flexión por tracción, utilizando los métodos y formulas antes mencionadas en el capítulo 2 y estos fueron los resultados obtenidos:

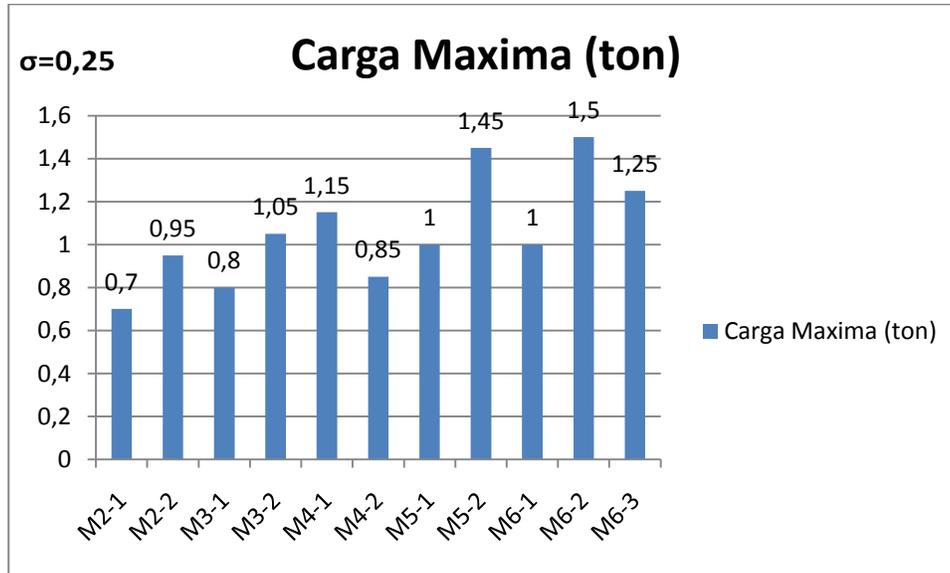
Tabla 21.

Resultados de prueba a los 7 días.

MEZCLA	Largo(L) cm.	Ancho(B) cm.	Alto(H) cm.	Peso(Kg)	Carga máx. (P) Ton.	MR (kg/cm ²)
M2-1	30,2	7,5	9,8	5,32	0,7	36,73
M2-2	30,5	7,6	10	5,48	0,95	47,81
M3-1	30,5	7,7	10	5,39	0,8	39,74
M3-2	30,4	7,5	9,8	5,28	1,05	55,54
M4-1	30,3	7,7	9,9	5,32	1,15	57,83
M4-2	30	7,7	9,8	5,24	0,85	43,10
M5-1	30,1	7,7	10	5,38	1	48,90
M5-2	30,4	7,7	9,9	5,49	1,45	73,20
M6-1	30,5	7,5	10	5,44	1	51,00
M6-2	30,5	7,5	10	5,44	1,5	76,50
M6-3	30	7,5	10	5,46	1,25	62,50

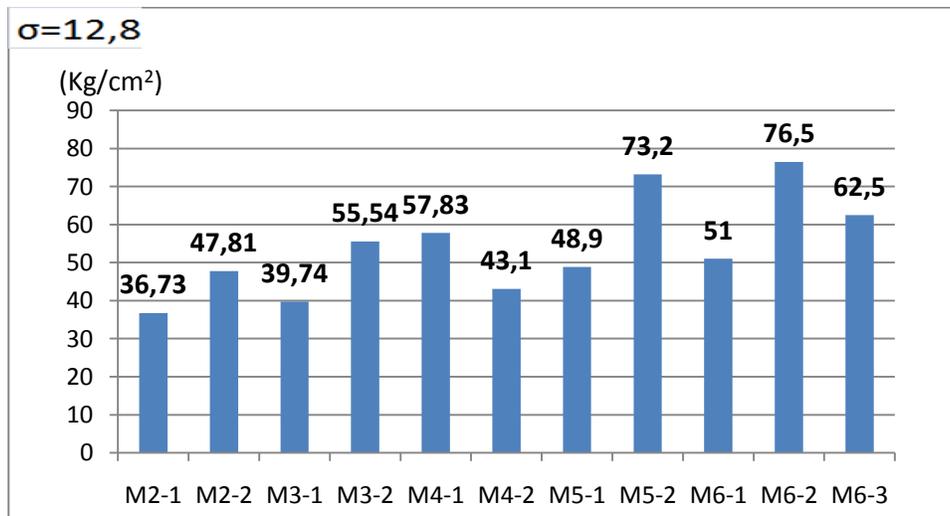
Nota: Calculo para MR según COVENIN 343-79

Para observar las cargas máximas que soporto cada vigueta con respecto a la mezcla se gráfico de la siguiente manera:



GRAFICA 8. CARGA MÁXIMA PARA CADA VIGUETA.

De esta manera se procede a graficar cada mezcla para observar la diferencia entre cada resultado entre ellas.



GRAFICA 9. MÓDULO DE ROTURA A LOS 7 DÍAS.

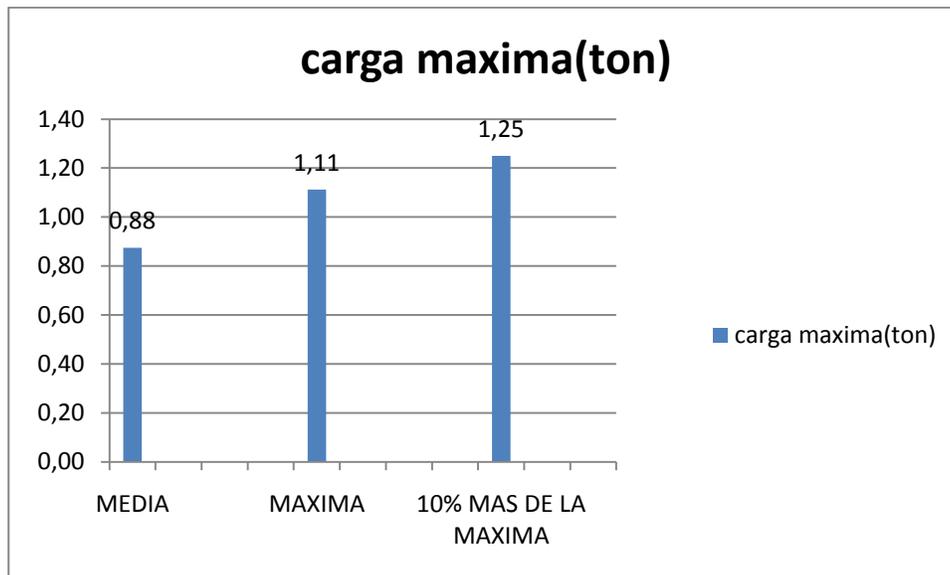
En esta grafica anterior se puedo observar una gran variación en los módulos de rotura para cada vigueta siendo algunas de ellas de la misma mezcla. Con estos resultados se calcula el promedio de soporte de carga por cada mezcla y su MR. respectivo por dosificación de fibra, obteniendo los valores a continuación:

Tabla 22.

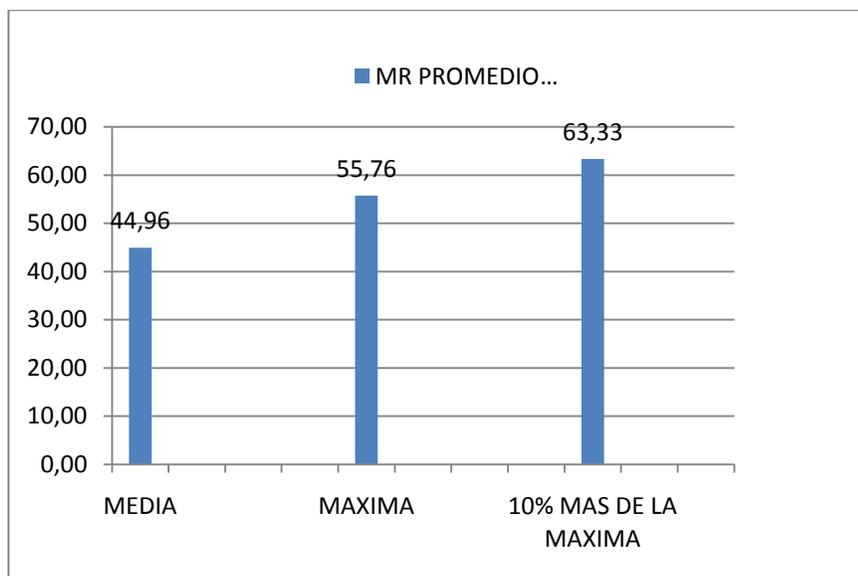
Valores promedio de carga máx. y Mr. para cada mezcla.

DOSIS DE FIBRA	MEZCLA	carga máximo promedio (ton)	CARGA MAX. POR DOSIS	MR PROMEDIO	MR POR DOSIS
MEDIA	M2-1	0,83	0,88	42,27	44,96
	M2-2			47,64	
	M3-1	0,93			
	M3-2				
MÁXIMA	M4-1	1,00	1,11	50,47	55,76
	M4-2	1,23		61,05	
	M5-1				
	M5-2				
10% MAS DE LA MÁXIMA	M6-1	1,25	1,25	63,33	63,33
	M6-2				
	M6-3				

En términos generales se puede expresar los resultados de la siguiente manera:



GRAFICA 10. CARGA MÁXIMA PROMEDIO PARA CADA DOSIS DE FIBRA.



GRAFICA 11. MODULO DE ROTURA PROMEDIO PARA CADA DOSIS DE FIBRA.

Se observa en la (grafica 8) el aumento progresivo del soporte de la carga a para cada variación de la dosis de la fibra al igual que en la (grafica 9) el aumento del MR, esto es debido a la variación de la relación de agua cemento.

4.5 DOSIFICACIONES TOTALES CON FIBRA.

Por lo tanto los resultados obtenidos para un diseño de mezcla con variación en la dosis de fibra, para obtener un asentamiento lo más cercano a 6” son los siguientes:

Tabla 23.

Dosificaciones de mezcla para un asentamiento de 6”

DISEÑO	Dosificación de fibra		
	MEDIA	MÁXIMA	10% MÁS DE MAX.
Piedra(Kg)	10,92	10,92	10,92
Arena(kg)	16,83	16,83	16,83
Cemento(kg)	13,77	13,77	13,77
Agua (L)	4,5	4,1	4
Aditivo (ml)	30	35	50
Fibra(gr)	420	840	924

Nota. Diseño de mezcla para un tronco de capacidad de 30 litros.

Cabe destacar que estas dosificaciones son solo propuestas y existen variaciones para el modulo de rotura, ahora esto nos lleva a preguntarnos si ¿esto será suficiente para que no se produzcan fisuras?.

CONCLUSIONES

Mediante el estudio experimental aplicado para la obtención de los diversos diseños de mezclas establecidos, se evidencio que existe una relación entre la dosificación de fibras de acero suministradas en los diseños de mezcla, la reducción en la trabajabilidad y tiempo de fraguado de la misma, por lo que el uso de esta fibra en caso de no hacerse de manera adecuada generara complicaciones de manejabilidad de la masa de concreto, y más aun en lugares donde por diversos factores socio-económicos y atmosféricos, se podrían producir retrasos en el vertido del concreto en sitio y aumentos de temperatura durante el mezclado debido al calor de hidratación.

También se pudo demostrar que estos problemas se pueden reducir mediante la variación de las dosis de elementos de la mezcla como lo es el agua y el cemento, pero podría traer como consecuencia la alteración de la relación agua/cemento, cambiando un parámetro principal en los diseños de mezclas, afectando la resistencia y la calidad del acabado final. Una de las soluciones ante este problema, es el uso de aditivo súper-plastificante que permite mantener la relación agua/ cemento y controlar la trabajabilidad del concreto dando un tiempo más prolongado de fraguado.

La pérdida de agua por el uso de la fibra, viene determinada en función a la cantidad de este material que se utiliza en la mezcla de concreto, es decir que a mayor

cantidad de fibra, mayor será la pérdida de agua, y la necesidad de alterar las dosificaciones de algunos materiales y/o la inclusión de aditivo a la mezcla.

Los agregados usados para el diseño de mezcla, presentaron propiedades y características que se consideraron aceptables para su uso, ya que cumplían con los requerimientos señalados en las normas COVENIN correspondientes. Las variables que estos aportan en la mezcla de concreto fueron controladas y tomadas en cuenta en el cálculo del diseño, descartando la posibilidad de relacionarlos con el comportamiento mostrado en los asentamientos obtenidos.

Los valores de módulos de rotura de las viguetas ensayadas a los 7 días (**ver Tabla 21**), son elevados, e incluso en algunas muestras se sobrepasó el valor de MR de diseño. Esto se debe a la variación inducida de la relación agua / cemento, donde en las mezclas se reducía la cantidad de agua y se usaba Aditivo súper-plastificante para lograr los asentamientos deseados.

En vista a las investigaciones realizadas y haciendo observación en los resultados, se concluye en términos generales que el uso de la fibra en las mezclas de concreto no intervine en los valores de resistencia, pero sí ayuda a seguir soportando cargas después de la primera fractura, por ello, se suma como una variante más que actúa en el mejoramiento del comportamiento del concreto, siempre y cuando se use adecuadamente controlando estas variables, pudiendo reforzar satisfactoriamente a los elementos elaborados con masas de concreto.

RECOMENDACIONES

Fundamentados en toda la experiencia adquirida durante este estudio, se recomienda, para investigaciones futuras acerca del efecto de la fibra en la mezcla de concreto, que se manejen individualmente las variables que intervienen en su desempeño, para lograr establecer las dependencias que ejerce una variable respecto a la otra y así entender mejor el comportamiento de la mezcla de concreto con la fibra y mejorar los métodos de aplicación.

Se recomienda realizar estudios donde se analicen los factores de los cuales dependen los tiempos de llegada del concreto, desde su lugar de realización hasta las obras donde se dispondrá el material, y como varían los asentamientos en esos lapsos, tomando muestras en distintos instantes, especialmente en el momento de la salida y en la llegada del material. Esto para establecer qué condiciones están interviniendo en nuestras regiones en la actualidad (tráfico, condición de las vialidades, entre otros), y obtener estadísticamente los tiempos aproximados en función a las distancias y a las zonas donde se transportara el concreto desde la planta.

Es necesario tener pleno conocimiento del origen y de la calidad de los agregados que se utilizaran para la elaboración de las de mezclas de concreto, para así hacer las correcciones en los diseños y evitar pérdidas adicionales de agua por absorción.

También se recomienda que el uso de la fibra en el concreto, sea manipulado y supervisado por personal capacitado con conocimiento acerca de este producto, de las variantes que se le suma al comportamiento del concreto, y que su manipulación sea en lugares donde se disponga de maquinarias, equipos y condiciones donde se puedan controlar las distintas situaciones que podrían generar errores.

REFERENCIAS

Lugo, Sandra: (s.f.): *Manual para la realización de prácticas de laboratorio en la asignatura "Materiales y Ensayos" de la carrera de ingeniería civil en la universidad de Carabobo*. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.

Font, Jaime: (2007): *Materiales y Ensayos, Guía de Laboratorio*. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.

Porrero S., Joaquín; Ramos R., Carlos; Grasés G., Jose; Velazco, Gilberto (2004). *Manual del Concreto Estructural conforme con la Norma COVENIN 1753:2003. Proyecto y Diseño de Obras en Concreto Estructural*. Caracas: Sidetur.

Rivas., Benoit (2008). *Dramix el refuerzo seguro para estructuras seguras de concreto lanzado*. México: Bekaert.

Bekaert, S.A. (1999). *Guía Práctica para la Ejecución de Pavimentos de Hormigón con Fibras de Acero Dramix*. Barcelona. España.

Cemex (2007). *Soluciones en Concreto. Pavicreto*. Caracas. Venezuela.

Cemex (2002). *Propuesta Preliminar para pavimentación vial. Concretos*. Valencia. Venezuela.

Parra, Betsy: (2010): *Agregados para el concreto. Apuntes de Clase*. Barbula, Carabobo.

Aular, Mariela: (2010): *Instructivo para la Transcripción de los Proyectos de Investigación*. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia. Venezuela.

www.fondonorma.org.ve

www.bekaert.com/building

ANEXO A.

RESULTADOS DE ENSAYOS A LOS AGREGADO

ENSAYOS DE AGREGADOS.

Los ensayos realizados a los agregados fueron guiados a través de el MANUAL PARA LA REALIZACIÓN DE PRACTICAS DE LABORATORIO EN LA ASIGNACIÓN "MATERIALES DE ENSAYOS" DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL EN LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO, que no son más que, una recolección referente a ensayos de agregados para la elaboración de mezclas de el Comité Conjunto del Concreto Armado (C.C.C.A.); así como también de la norma COVENIN.

Agregado grueso:

✓ Se tomaron 20kg de la muestra según tamaño máximo de 1" a 2" según la siguiente tabla:

Tabla 24.

Muestra de agregado grueso según tamaño máximo.

Tamaño máximo (mm)	Peso mínimo (kg)
De 3/8" a 3/4"	10
De 1" a 2"	20
De 2 1/2" a 3 1/2"	70

Nota: Datos tomados de Prof. Jaime Font UC.

✓ Se continuo con los pasos de la guía de laboratorio de Materiales y Ensayos de esta facultad y se graficaron los limites de granulometría según (**Tabla 1**) como lo exige CEMEX en el punto 2.2.2.3 de esta investigación.

Agregado fino:

✓ La muestra de agregado fino se humedeció y se tomo una muestra por cuarteo de un poco más de 500gr tal como no los indico la guía.

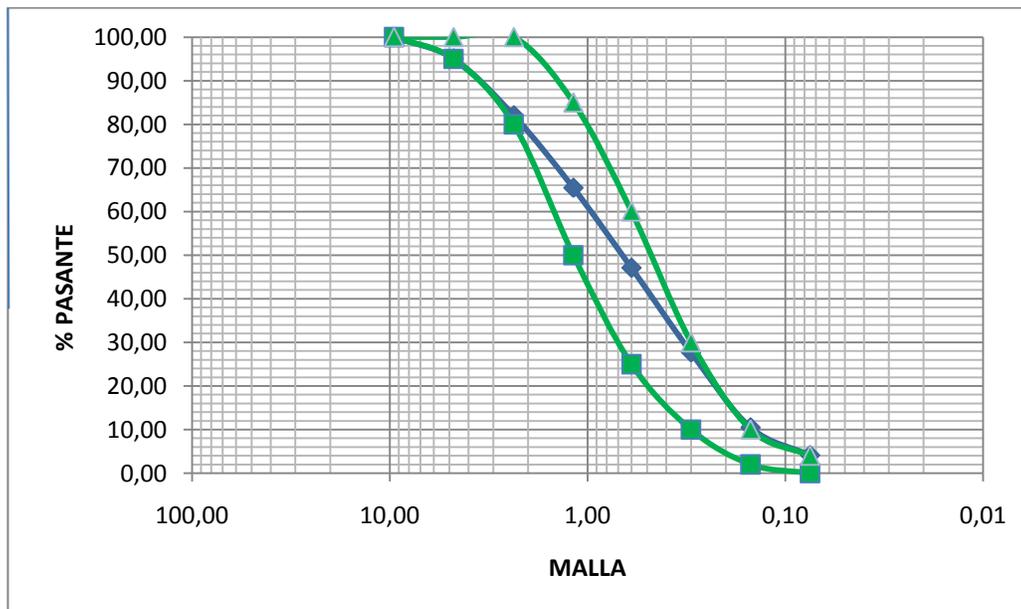
✓ Después de tomados los datos obtenidos, se realizo la grafica de granulometría con los limites indicados por la (**tabla 3**) con las mismas propuestas en el capítulo II de esta investigación.

GRANULOMETRÍA.

TIPO DE AGREGADO	FINO (ARENA CERNIDA)
LUGAR DE ENSAYO	LAB. MATERIALES Y ENSAYOS U.C. ING.
PESO	623,85 (g)

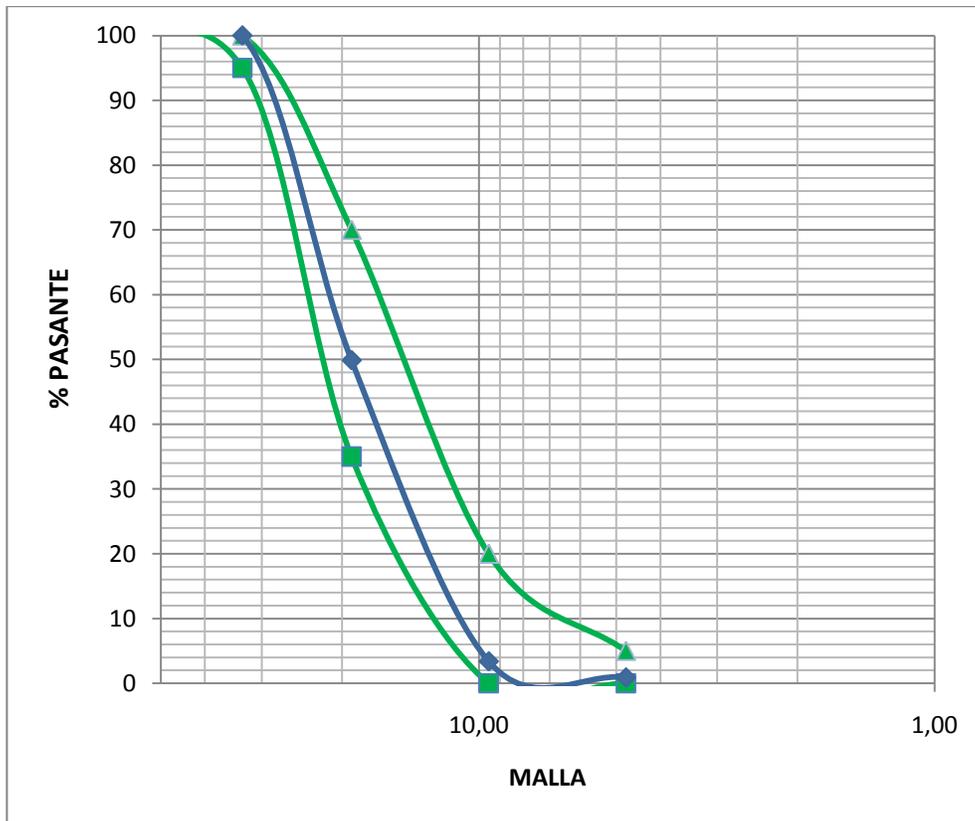
# CEDAZO	ABERTUR A (mm)	PESO DEL CEDAZO O (g)	PESO DEL CEDAZO + RETENID O (g)	PESO RETENID O (g)	% RETENIDO	% RET ACUMULAD O	% PASA
3	76,20	463,25	463,25	0	0,00	0,00	100,00
1 1/2	33,10	495,73	495,73	0	0,00	0,00	100,00
3/4	19,05	643,76	643,76	0	0,00	0,00	100,00
3/8	9,53	702,58	702,58	0	0,00	0,00	100,00
4	4,76	563,59	594,42	30,83	4,95	4,95	95,05
8	2,36	548,69	629,87	81,18	13,03	17,98	82,02
16	1,18	403,21	506,72	103,51	16,61	34,59	65,41
30	0,60	375,97	490,26	114,29	18,34	52,93	47,07
50	0,30	488,85	609,71	120,86	19,40	72,32	27,68
100	0,15	467,7	575,06	107,36	17,23	89,55	10,45
200	0,075	441,7	481,45	39,75	6,38	95,93	4,07
PLATO		424,11	449,45	25,34	4,07	100,00	0,00
				623,12	100,00		

$$\text{Modulo de finura} = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado (hasta el tamiz \#100)}}{100} = 2,67$$



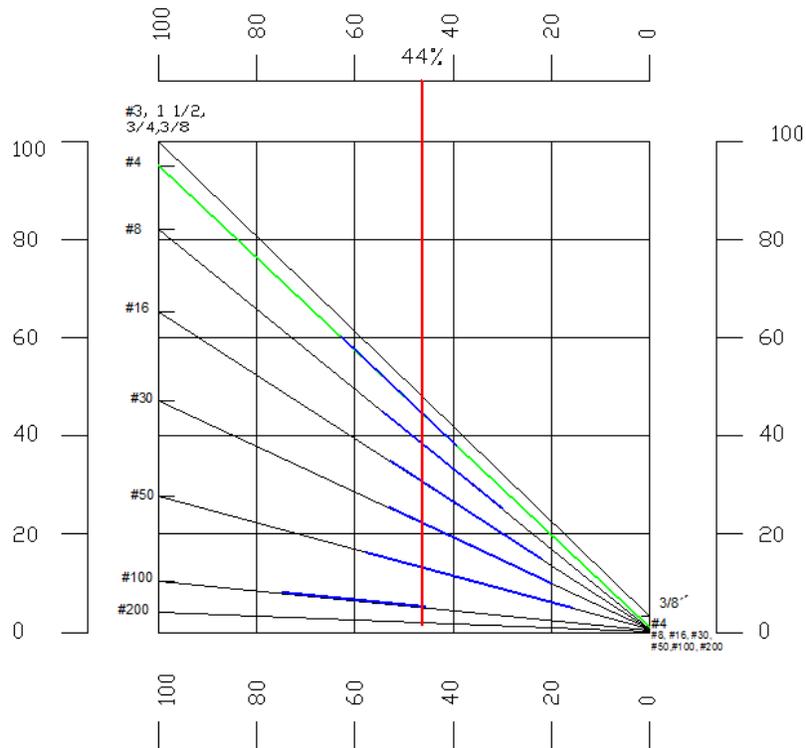
TIPO DE AGREGADO	GRUESO (PIEDRA PICADA)
LUGAR DE ENSAYO	LAB. MATERIALES Y ENSAYOS U.C. ING.
PESO	19.842,29 (g)

# CEDAZO	ABERTURA (mm)	PESO DEL CEDAZO (g)	PESO DEL CEDAZO + RETENIDO (g)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RET ACUMULADO	% PASA
3	76,20	463,41	463,41	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	33,10	496,01	496,01	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,05	729,99	10711,52	9981,53	50,13	50,13	49,87
3/8	9,53	702,79	9957,42	9254,63	46,48	96,60	3,40
4	4,76	563,77	1058,89	495,12	2,49	99,09	0,91
8	2,36	433,10	479,43	46,33	0,23	99,32	0,68
16	1,18	501,70	504,53	2,83	0,01	99,33	0,67
30	0,60	375,79	379,62	3,83	0,02	99,35	0,65
50	0,30	488,49	494,88	6,39	0,03	99,39	0,61
100	0,15	467,59	485,13	17,54	0,09	99,47	0,53
200	0,08	441,82	508,88	67,06	0,34	99,81	0,19
PLATO		424,30	461,92	37,62	0,19	100,00	0,00
				19912,88	100,00		



OBTENCIÓN DE BETA

El cálculo de beta se hizo mediante los procedimientos de las clases en digital de la Prof. Betsy Parra (2010) Agregados para el concreto.



Beta= 44%

A CONTINUACIÓN UNA PRESENTACIÓN DE IMÁGENES MEDIANTE LOS DISTINTOS ENSAYOS REALIZADOS A LOS AGREGADOS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA (TABLA 7) CAP. IV.



Ensayo COVENIN 269



Ensayo COVENIN 268



colorimetría para
agregado fino.



Tamizado de los agregados.



Balanza electrónica



Determinación de
presencia de cloruros y
sulfatos

ANEXO B

**(ADITIVO). SIKA VISCOCRETE. FICHA TÉCNICA. CERTIFICADO DE
CONFORMIDAD CON NORMAS TÉCNICAS.**

ANEXO C

(FIBRA) FICHA TÉCNICA DRAMIX

ANEXO D

IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN



Balanza hidrostática



Preparación de moldes metálicos para viguetas



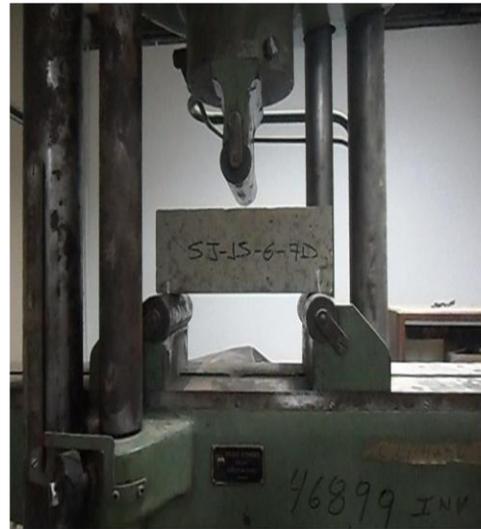
Algunos de los asentamientos obtenidos de los distintos diseños de mezclas realizados



Realización de viguetas con las mezclas de concreto obtenidas. en cada experimento.



Desenfofrado y acabado final de las viguetas.



Aplicación del ensayo de tracción por flexión a las viguetas de muestra. *Nota: Ensayo en laboratorio de materiales U.C. Ing.*



Grieta producida al aplicarse el valor de carga ultima



FICHA TÉCNICA



¿Qué es Dramix®?

Las fibras de acero Dramix® fabricadas por Bekaert, empresa industrial especializada en este campo de aplicación, son una nueva referencia para el refuerzo del hormigón gracias a su exclusiva combinación de flexibilidad y rentabilidad.

Dramix® es una fibra de acero trefilado en frío y de extremos conformados, que garantizan un anclaje óptimo.

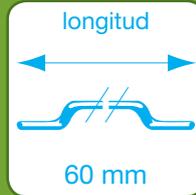
El hormigón reforzado con Dramix® gana ductilidad y una gran capacidad de soporte de carga. Además permite disfrutar de una rápida y fácil aplicación y de una solución eficaz y rentable.

RB-80/60-BN le ofrece:

✓ Dramix® Hi Perform

Las fibras Dramix® Hi Perform ofrecen un alto rendimiento y una elevada resistencia a la fisuración. Ideales para obtener una óptima ductilidad. Dramix® Hi Perform se utiliza en aplicaciones estructurales in situ, con hormigón prefabricado o proyectado.

GEOMETRÍA Y RENDIMIENTO



4600 fibras/kg

dosificación mínima: 10 kg por m³ (según la CE)
red mínima de fibra: 2,8 km por m³ (para 10 kg/m³)

PROPIEDADES DEL MATERIAL

Resistencia a la tracción: Rm nom: 1225 N/mm²
Tolerancias: ± 7,5% Promedio

Módulo de Young (Emod): ± 210000 N/mm²

EMBALAJE



60 Sacos (20kg)
1200 kg

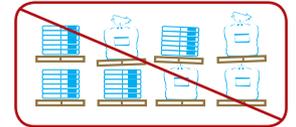


Big-bag
1100 kg

ALMACENAJE



Mantener
en un lugar
seco



No apilar

AUTORIZACIONES



ISO 9001



CE



ASTM A820

• **Marcado CE:** Dramix® dispone del certificado para el sistema de marcaje CE 1: fibras de acero para uso estructural. Para más información: hoja informativa de la CE disponible previa petición.

• **Certificado ISO 9001:** Dramix® dispone del certificado ISO 9001. Se aplican las mismas normas de calidad en las plantas indicadas a continuación:

- Bélgica
- República Checa
- Turquía
- Brasil
- China
- Indonesia

• **Otros certificados:** Bekaert se acerca al mercado y busca la conformidad con todas las normas nacionales de calidad obligatorias de los productos, en caso de que los requisitos no estén cubiertos por las certificaciones de la CE o por el certificado ISO 9001.

Bekaert le recomendará la fibra más idónea para su aplicación. Pida asesoramiento sobre la manipulación, la dosificación y la mezcla en:

www.bekaert.com
infobuilding@bekaert.com

Sika® Viscocrete® -1078

Reductor de agua de alto rango. Superplastificante.

Descripción	Sika Viscocrete 1078 es un aditivo líquido para concreto y mortero, reductor de agua de alto rango y superplastificante, basado en policarboxilatos. Sobrepasa ampliamente los requerimientos de los superplastificantes según las Normas ASTM C 494 y COVENIN 356.
Usos	Sika Viscocrete 1078 es adecuado para la producción de concretos que requieran moderados períodos de tiempo de trabajabilidad o colocación sin afectar el fraguado. Sika Viscocrete 1078 puede ser empleado en los siguientes tipos de concreto: <ul style="list-style-type: none">• Concretos de alta resistencia a todas las edades.• Concreto para elementos prefabricados.• Concretos con muy baja relación agua/cementante y prolongada durabilidad.• Ideal para sistemas industrializados de construcción que requieran desencofrar en pocas horas• Ideal para concreto autocompactante (no requiere vibrado).
Ventajas	El uso de Sika Viscocrete 1078 permite una óptima dispersión del cementante mejorando simultáneamente, la cohesión de la mezcla incluso para consistencias fluidas. Las siguientes propiedades son obtenidas: <ul style="list-style-type: none">• Capacidad reductora de agua extremadamente alta, ofreciendo una alta densidad y baja permeabilidad en las mezclas (hasta 35%).• Excelente fluidez disminuyendo significativamente el tiempo y esfuerzo requerido en la colocación y compactación.• Apropiado para la elaboración de concreto autocompactante.• Altas resistencias a todas las edades.• Mejora el desempeño ante la fluencia y reduce la retracción.• Aumenta la resistencia del concreto a los agresores del medio ambiente. <p>Sika Viscocrete 1078 no contiene cloruros ni otro tipo de agentes agresivos que generen corrosión en el acero. Este puede ser usado sin restricciones en la producción del concreto reforzado y preesforzado</p>
Presentaciones	Tambor de 220 kg y a granel
Datos Técnicos	<ul style="list-style-type: none">• Color: Marrón Oscuro.• Densidad: 1,08 – 0,03 kg/l
Dosificación	0,4 al 1,0 % del peso del cemento

Construcción

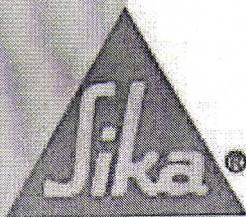


Almacenamiento	1 año en sitio fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
Modo de Empleo	<p>Sika Viscocrete 1078 es adicionado a la báscula del agua o simultáneamente con esta, vertiéndolo en la mezcla de concreto. Para lograr una óptima reducción de agua, recomendamos mezclarlo por un mínimo de 4 minutos.</p> <p>Colocación del Concreto : el uso del Sika Viscocrete 1078 permite la producción de concreto de alta calidad. El cumplimiento de las normas que permitan una adecuada producción y colocación del concreto, también deben ser observadas al usar el Sika Viscocrete 1078.</p> <p>Combinaciones: Sika Viscocrete 1078 puede ser combinado con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SikaPump • SikaFerrogard-901 • SikaFume • SikaStabilizer 100 • SikaViscrote 1045 y línea SikaPlast <p>Es recomendable hacer pruebas de laboratorio previas si se planea usar las combinaciones con los productos arriba mencionados u otro recomendado por Sika . Favor consulte nuestro Departamento Técnico.</p>
Precauciones	<p>Sika Viscocrete 1078 puede ser usado para producir concreto autocompactante; para estas aplicaciones es necesario un diseño especial de la mezcla, consulte a nuestro Departamento Técnico.</p> <p>Es indispensable el curado con agua, Antisol o Sika Cure.</p>
Medidas de Seguridad	<p>Manténgase fuera del alcance de los niños. Usar guantes de caucho y lentes de protección en su manipulación. En contacto con la piel lave con agua y jabón. En contacto con ojos o membranas mucosas, enjuagar inmediatamente con agua tibia y limpia, buscar inmediatamente atención médica. Ecología: No disponer en el agua, atender las regulaciones locales. Consultar Hoja de Seguridad del producto.</p>
Códigos R/S	<p>R: 22 /25 S: 26</p>
Advertencia	<p>La información y, en específico, las recomendaciones relacionadas con la aplicación y el uso final de los productos Sika, son proporcionadas de buena fe con base en los conocimientos actuales y la experiencia de Sika con los productos, siempre y cuando los mismos sean debidamente almacenados, manejados y aplicados en condiciones normales, de conformidad con las recomendaciones de Sika. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones reales de la obra son tales que no puede inferirse garantía alguna con respecto a la comerciabilidad o adecuación para un objeto específico, ni responsabilidad alguna derivada de relación jurídica alguna, o bien de esta información, o bien de recomendaciones escritas, o bien de cualquier otra asesoría suministrada, salvo con respecto a algún defecto o vicio oculto del producto. El usuario del producto deberá probar la adecuación del producto a la aplicación y objeto propuestos para que la garantía dada por Sika pueda ser opuesta a nosotros. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos. Los derechos propios de terceros deberán ser observados. Todos los pedidos se encuentran sujetos a nuestras condiciones actuales de venta y entrega, las cuales manifiesta usted conocer. Los usuarios deberán en todo momento referirse a la edición más reciente de la Hoja de Datos del Producto en lo que se refiere al respectivo producto, de las cuales serán suministradas copias previa solicitud o requerimiento del cliente.</p>



Sika Venezuela S.A.
 Valencia , Av. Irribarren Borges, parcela Nº 8-1, Zona Industrial Sur, Telf.: 0241/8324860 - Fax 0241/8333384.
 Caracas , Zona 1, Sector Sur Manzana B-6, Calle 9 Parcela B-11, La Urbina. Telf./Fax: 0212/2437777 -2435774,
 Puerto La Cruz , Calle Principal Tierra Adentro Nro.15 Teléfonos: (0281) 2689081 / 2637365 Fax. (0281) 2679334,
 Pto. Ordaz , Av. Norte Sur Unare 2 Redoma la Piña galpón # 08, Telf./Fax: 0286/9531026 - 9525049, Maracaibo ,
 Av. 2- "El Milagro" entre Av. 77 y Av. 78 .Teléfonos: (0261) 7922467 Fax: (0261) 7921775, Punto Fijo , Av.
 Intercomunal Ali Primera, c/c California, Telf./Fax:0269/2461632.
 WEB: www.sika.com.ve

Almacenamiento	1 año en sitio fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
Modo de Empleo	<p>Sika Viscocrete 1078 es adicionado a la báscula del agua o simultáneamente con esta, vertiéndolo en la mezcla de concreto. Para lograr una óptima reducción de agua, recomendamos mezclarlo por un mínimo de 4 minutos.</p> <p>Colocación del Concreto : el uso del Sika Viscocrete 1078 permite la producción de concreto de alta calidad. El cumplimiento de las normas que permitan una adecuada producción y colocación del concreto, también deben ser observadas al usar el Sika Viscocrete 1078.</p> <p>Combinaciones: Sika Viscocrete 1078 puede ser combinado con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SikaPump • SikaFerrogard-901 • SikaFume • SikaStabilizer 100 • SikaViscrote 1045 y línea SikaPlast <p>Es recomendable hacer pruebas de laboratorio previas si se planea usar las combinaciones con los productos arriba mencionados u otro recomendado por Sika . Favor consulte nuestro Departamento Técnico.</p>
Precauciones	<p>Sika Viscocrete 1078 puede ser usado para producir concreto autocompactante; para estas aplicaciones es necesario un diseño especial de la mezcla, consulte a nuestro Departamento Técnico.</p> <p>Es indispensable el curado con agua Antisol o Sika Cure.</p>
Medidas de Seguridad	<p>Manténgase fuera del alcance de los niños. Usar guantes de caucho y lentes de protección en su manipulación. En contacto con la piel lave con agua y jabón. En contacto con ojos o membranas mucosas, enjuagar inmediatamente con agua tibia y limpia, buscar inmediatamente atención médica. Ecología: No disponer en el agua, atender las regulaciones locales. Consultar Hoja de Seguridad del producto.</p>
Códigos R/S	<p>R: 22 /25 S: 26</p>
Advertencia	<p>La información y, en específico, las recomendaciones relacionadas con la aplicación y el uso final de los productos Sika, son proporcionadas de buena fe con base en los conocimientos actuales y la experiencia de Sika con los productos, siempre y cuando los mismos sean debidamente almacenados, manejados y aplicados en condiciones normales, de conformidad con las recomendaciones de Sika. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones reales de la obra son tales que no puede inferirse garantía alguna con respecto a la comerciabilidad o adecuación para un objeto específico, ni responsabilidad alguna derivada de relación jurídica alguna, o bien de esta información, o bien de recomendaciones escritas, o bien de cualquier otra asesoría suministrada, salvo con respecto a algún defecto o vicio oculto del producto. El usuario del producto deberá probar la adecuación del producto a la aplicación y objeto propuestos para que la garantía dada por Sika pueda ser opuesta a nosotros. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos. Los derechos propios de terceros deberán ser observados. Todos los pedidos se encuentran sujetos a nuestras condiciones actuales de venta y entrega, las cuales manifiesta usted conocer. Los usuarios deberán en todo momento referirse a la edición más reciente de la Hoja de Datos del Producto en lo que se refiere al respectivo producto, de las cuales serán suministradas copias previa solicitud o requerimiento del cliente.</p>



Sika Venezuela S.A.
 Valencia , Av. Iribarren Borges, parcela N° 8-1, Zona Industrial Sur, Telf.: 0241/8324860 - Fax 0241/8333384.
 Caracas , Zona 1, Sector Sur Manzana B-6, Calle 9 Parcela B-11, La Urbina. Telf./Fax: 0212/2437777 -2435774,
 Puerto La Cruz , Calle Principal Tierra Adentro Nro.15 Teléfonos: (0281) 2689081 / 2637365 Fax. (0281) 2679334,
 Pto. Ordaz , Av. Norte Sur Unare 2 Redoma la Piña galpón # 08, Telf./Fax: 0286/9531026 - 9525049, Maracaibo ,
 Av. 2- "El Milagro" entre Av. 77 y Av. 78 .Teléfonos: (0261) 7922467 Fax: (0261) 7921775, Punto Fijo , Av.
 Intercomunal Ali Primera, c/c California, Telf./Fax:0269/2461632.
 WEB: www.sika.com.ve



CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CON NORMAS TECNICAS

CLIENTE:		FECHA: 11/10/11
PRODUCTO: SIKA VISCOCRETE 1078	CODIGO: 106770	No. LOTE:101011

ENSAYOS DE APROBACION DE CONTROL DE CALIDAD

CARACTERISTICAS	RESULTADOS	MIN.	MAX.	UND.	METODO DE CONTROL
pH (1)	5.24	4.0	6.0	Und. pH	ME0010
Gravedad Especifica (2)	1.1074	1.0810	1.1240	Kg/L	ME0006
Viscosidad (3)	28	16	40	Seg	ME0002
Sólidos (4)	38.77	37.50	40.50	%	ME0001
Aspecto	OK	Líquido Oscuro	—	Visual	ME0039

A continuación se indican los valores de incertidumbre de la medición para los renglones: (1) +/-0,09 ; (2) +/-0,0005; (3) +/-1; (4)+/-0,34

ELABORADO POR: T.S.U JACQUELINE OTAIZA Analista de Laboratorio	REVISADO Y APROBADO POR: ING. WENDY CHACON Jefe de Laboratorio	CERTIFICADO No: 11100
--	--	-----------------------

Sika Venezuela, S.A.
RIF. J-30427371-1

- LOS VALORES REPORTADOS SON REPRODUCIBLES SIEMPRE Y CUANDO SE REALICEN LOS ENSAYOS BAJO LAS NORMAS O METODOS INDICADOS
- LA EMPRESA NO SE RESPONSABILIZA POR LA UTILIZACION DE ESTE PRODUCTO, EN CONDICIONES DISTINTAS A LAS ESTABLECIDAS EN LAS ESPECIFICACIONES DE USO.

