



“UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ”

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I Co PLUS +”**

Autores:

Bach. Ing. Civil DELLY JESSENIA MORA NUÑEZ

Bach. Ing. Civil VICTOR OSWALDO DA SILVA DEL AGUILA

Asesor:

ING. ROBERTO IVAN PEÑA TOLENTINO

Tesis presentada para optar el título profesional de:

Ingeniero civil

IQUITOS – PERÚ

2012



Universidad Científica del Perú

"Año de la Integración Nacional y Reconocimiento de Nuestra Diversidad"

**FACULTAD
DE CIENCIAS
E
INGENIERÍA**

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Iquitos, a las 11:30 horas del día viernes 07 del mes de diciembre del año 2012, se reunió el Jurado Examinador, que firma al final del presente documento, para evaluar la Sustentación de los bachilleres en Ingeniería Civil:

Bach. VICTOR OSWALDO DA SILVA DEL AGUILA
Bach. DELLY JESSENIA MORA NUÑEZ

En la modalidad de: **SUSTENTACIÓN DE TESIS**

"Estudio Comparativo del Concreto Cemento – Arena Simple y Reforzado con Fibras de Acero y Polipropileno Empleando Cemento Argos Tipo I Co Plus +"

Después de las deliberaciones correspondientes, se procedió a evaluar:

Indicador	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Promedio
A) Dominio del Tema	16	15	16	16
B) Calidad de Redacción de la Tesis	16	15	16	16
C) Competencia Expositiva (Claridad conceptual, argumentación y coherencia)	17	16	16	16
D) Calidad de Respuestas	15	17	16	16
E) Uso de Terminología Especializada	16	17	17	17
Calificación Final:	16	16	16	16

Aprobado Por: *UNANIMIDAD*

Calificación Final (en letras): *BUENOS*

Leyenda:

Presidente: Ing. José Rony Valera Suarez Dr.

Miembro: Ing. Liliana Bautista Serpa

Miembro: Ing. Luis Bendezú Garayar



INDICADOR	PUNTAJE
Desaprobado	Menos de 13 puntos
Aprobado por Mayoría	De 14 a 15 puntos
Aprobado por Unanimidad	De 16 a 17 puntos
Aprobado por Excelencia	De 18 a 20 puntos

La Universidad Vive en Ti

DEDICATORIA

**A Dios por ser guía y
esperanza en mi vida.**

**A mi querido padre Marcos Mora por
brindarme la oportunidad de realizarme
profesionalmente, a mi madre Rosa
Nuñez por su paciencia y a mis
hermanos: Teresa, Marcos, Rosa y
Kevin por ser mi motor a seguir
adelante.**

**A mi amiga Dessiré Méndez,
por su apoyo incondicional.**

**A mi familia por su amor y
apoyo incondicional, por ser mi
motor a seguir adelante.**

**A mis hermanas por su
apoyo incondicional.**

**En memoria de mis abuelos: Teresa
Kahan, Nicanor Mora y mi tía Delicia
Manzúr, siempre estarán en mi corazón.**

DELLY JESSENIA MORA NUÑEZ

DEDICATORIA

A Dios por enseñarme el camino de la Vida.

A mis hijos y Padres que son brotes y raíces de mi hogar

Querida madre Sadith porque al haber dado tu vida para que yo pueda nacer no haya sido en vano, te brindo esta satisfacción de ver a tu hijo realizado profesionalmente, a mi Esposa Lorena del Pilar, Mis Hijos Karol Esthefany y Piero André por su paciencia ya que ellos son mi motor y motivo a seguir adelante.

A Mis Hermanas porque siempre estarán en mi corazón.

VICTOR OSWALDO DA SILVA DEL AGUILA

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Roberto Iván Peña Tolentino, por su apoyo incondicional en el asesoramiento de la presente investigación.
- A la Ing. Liliana Bautista Serpa, Jefa del laboratorio de mecánica de suelos y a los técnicos por su experiencia y colaboración en la realización de los diferentes ensayos efectuados.
- A los Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio, por su valioso apoyo en cuanto a su experiencia profesional en cada una de las recomendaciones de la presente investigación.
- A la empresa CICISA por la donación de los materiales.
- A la Universidad Científica del Perú y a la facultad de Ciencias e Ingeniería.
- A todas las personas que de una u otra manera han aportado, ideas y experiencia a favor de la presente investigación.

INDICE

	Página
INTRODUCCION	15
CAPITULO I	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.1 ANTECEDENTES	16
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACION	17
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA	18
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	18
1.4.1 Objetivo general:	18
1.4.2 Objetivos específicos:	18
1.5 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	18
CAPITULO II	20
MARCO TEORICO – CONCEPTUAL	20
2.1 CEMENTO PORTLAND	20
2.1.1 Cemento Argos tipo I Co Plus	20
2.1.2 Peso Específico	21
2.2 AGUA	24
2.3 AGREGADO FINO	25
2.3.1 Características generales	25
2.3.2 Análisis granulométrico	26
2.3.3 Módulo de fineza	27
2.3.4 Peso específico	27
2.3.5 Porcentaje de absorción	27
2.3.6 Contenido de humedad	28
2.3.7 Pesos volumétricos secos, sueltos y compactados	29
2.4 FIBRAS	29
2.4.1 Fibra de acero WIRAND FF1	30
2.4.2 Fibra de polipropileno FIBROMAC 12	33

2.5 CONCRETO	35
2.5.1 Concreto normal sin inclusión de fibras	37
2.5.1.1 Propiedades principales del concreto fresco	37
2.5.1.2 Propiedades principales del concreto endurecido	40
2.5.2 Concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno	46
2.5.2.1 Comportamiento estructural	47
2.5.2.2 Ventajas del concreto reforzado con fibras	48
CAPITULO III	51
METODO	51
3.1 HIPÓTESIS GENERAL	51
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
3.2.1 Nivel de investigación	51
3.2.2 Diseño de investigación	51
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.4 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	52
3.5 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	52
3.5.1 Elección del agregado	52
3.5.2 Estudio del agregado fino	52
3.5.3 Elección de las fibras	53
3.5.4 Diseño de mezcla	53
3.5.5 Ensayos de consistencia	53
3.5.6 Muestra y elaboración de probetas y vigas	54
3.5.7 Curado de probetas y vigas	54
CAPITULO IV	55
PRESENTACION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
4.1 PRESENTACION Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL CONCRETO FRESCO	55
4.1.1 Trabajabilidad y consistencia	55
4.1.2 Contenido de aire	55

4.1.3	Peso unitario	55
4.2	PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS DEL CONCRETO ENDURECIDO	57
4.2.1	Resistencia a la compresión	57
4.2.2	Resistencia a la flexión	66
4.2.3	Modulo de elasticidad	86
4.2.4	Análisis de fisuras de losa	94
CAPITULO V		100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		100
5.1	CONCLUSIONES	100
5.2	RECOMENDACIONES	100
ANEXOS		104
A. ANEXO 01 - ENSAYOS DE LABORATORIO		
A.1	CONCRETO SIN FIBRAS $f'_c=175$ Kg/cm ² – DISEÑO DE MEZCLAS, ENSAYO DE COMPRESIÓN, MÓDULO DE ELASTICIDAD, ENSAYO DE FLEXIÓN.	
A.2	CONCRETO CON FIBRAS $f'_c=175$ Kg/cm ² – DISEÑO DE MEZCLAS, ENSAYO DE COMPRESIÓN, MÓDULO DE ELASTICIDAD, ENSAYO DE FLEXIÓN.	
A.3	CONCRETO SIN FIBRAS $f'_c=210$ Kg/cm ² – DISEÑO DE MEZCLAS, ENSAYO DE COMPRESIÓN, MÓDULO DE ELASTICIDAD, ENSAYO DE FLEXIÓN	
A.4	CONCRETO CON FIBRAS $f'_c=210$ Kg/cm ² – DISEÑO DE MEZCLAS, ENSAYO DE COMPRESIÓN, MÓDULO DE ELASTICIDAD, ENSAYO DE FLEXIÓN.	
A.5	CONCRETO SIN FIBRAS $f'_c=245$ Kg/cm ² – DISEÑO DE MEZCLAS, ENSAYO DE COMPRESIÓN, MÓDULO DE ELASTICIDAD, ENSAYO DE FLEXIÓN.	

A.6 CONCRETO CON FIBRAS $f'_c=245$ Kg/cm² - DISEÑO DE MEZCLAS, ENSAYO DE COMPRESIÓN, MÓDULO DE ELASTICIDAD, ENSAYO DE FLEXIÓN.

A.7 ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE AIRE ATRAPADO (ENSAYO WASHINGTON)

B. ANEXO 02 - NTP 339.078 MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO (Usando una viga simple con carga al tercio de luz).

C. ANEXO 03 - APÉNDICE F DEL REGLAMENTO ACI 318S-08 DE EQUIVALENCIAS DE UNIDADES EN DIVERSAS ECUACIONES NO HOMOGÉNEAS

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

FIGURAS

FIGURA N° 01	30
FIGURA N° 02	31
FIGURA N° 03	32
FIGURA N° 04	41
FIGURA N° 05	43
FIGURA N°06	44
FIGURA N° 07	45
FIGURA N° 08	47
FIGURA N° 09	67
FIGURA N° 10	68
FIGURA N° 11	72
FIGURA N° 12	72
	72

GRAFICOS

Gráfico N° 01	56
Gráfico N° 02	63
Gráfico N° 03	64
Gráfico N° 04	65
Gráfico N° 05	69
Gráfico N° 06	70
Gráfico N° 07	71
Gráfico N° 08	87
Gráfico N° 09	88
Gráfico N° 10	89
Gráfico N° 11	90
Gráfico N° 12	91
Gráfico N° 13	92

CUADROS

Cuadro N° 01	24
Cuadro N° 02	26
Cuadro N° 03	74
Cuadro N° 04	94
Cuadro N° 05	94
Cuadro N° 06	100
Cuadro N° 07	101
Cuadro N° 08	102

FOTOGRAFIA N° 01	24
FOTOGRAFIA N° 02	24
FOTOGRAFIA N° 03	33
FOTOGRAFIA N° 04	35
FOTOGRAFIA N° 05	35
FOTOGRAFIA N° 06	35
FOTOGRAFIA N° 07	35
FOTOGRAFIA N° 08	35
FOTOGRAFIA N° 09	35
FOTOGRAFIA N° 10	35
FOTOGRAFIA N° 11	35
FOTOGRAFIA N° 12	35
FOTOGRAFIA N° 13	35
FOTOGRAFIA N° 14	35
FOTOGRAFIA N° 15	35
FOTOGRAFIA N° 16	35
FOTOGRAFIA N° 17	35
FOTOGRAFIA N° 18	35
FOTOGRAFIA N° 19	35
FOTOGRAFIA N° 20	35
FOTOGRAFIA N° 21	35
FOTOGRAFIA N° 22	35
FOTOGRAFIA N° 23	35
FOTOGRAFIA N° 24	35
FOTOGRAFIA N° 25	35
FOTOGRAFIA N° 26	35
FOTOGRAFIA N° 27	35
FOTOGRAFIA N° 28	35
FOTOGRAFIA N° 29	35
FOTOGRAFIA N° 30	35
FOTOGRAFIA N° 31	35
FOTOGRAFIA N° 32	35
FOTOGRAFIA N° 33	35
FOTOGRAFIA N° 34	35
FOTOGRAFIA N° 35	35
FOTOGRAFIA N° 36	35
FOTOGRAFIA N° 37	35
FOTOGRAFIA N° 38	35
FOTOGRAFIA N° 39	35
FOTOGRAFIA N° 40	35
FOTOGRAFIA N° 41	35
FOTOGRAFIA N° 42	35
FOTOGRAFIA N° 43	35
FOTOGRAFIA N° 44	35
FOTOGRAFIA N° 45	35
FOTOGRAFIA N° 46	35
FOTOGRAFIA N° 47	35
FOTOGRAFIA N° 48	35
FOTOGRAFIA N° 49	35
FOTOGRAFIA N° 50	35
FOTOGRAFIA N° 51	35
FOTOGRAFIA N° 52	35
FOTOGRAFIA N° 53	35
FOTOGRAFIA N° 54	35
FOTOGRAFIA N° 55	35
FOTOGRAFIA N° 56	35
FOTOGRAFIA N° 57	35
FOTOGRAFIA N° 58	35
FOTOGRAFIA N° 59	35
FOTOGRAFIA N° 60	35
FOTOGRAFIA N° 61	35
FOTOGRAFIA N° 62	35
FOTOGRAFIA N° 63	35
FOTOGRAFIA N° 64	35
FOTOGRAFIA N° 65	35
FOTOGRAFIA N° 66	35
FOTOGRAFIA N° 67	35
FOTOGRAFIA N° 68	35
FOTOGRAFIA N° 69	35
FOTOGRAFIA N° 70	35
FOTOGRAFIA N° 71	35
FOTOGRAFIA N° 72	35
FOTOGRAFIA N° 73	35
FOTOGRAFIA N° 74	35
FOTOGRAFIA N° 75	35
FOTOGRAFIA N° 76	35
FOTOGRAFIA N° 77	35
FOTOGRAFIA N° 78	35
FOTOGRAFIA N° 79	35
FOTOGRAFIA N° 80	35
FOTOGRAFIA N° 81	35
FOTOGRAFIA N° 82	35
FOTOGRAFIA N° 83	35
FOTOGRAFIA N° 84	35
FOTOGRAFIA N° 85	35
FOTOGRAFIA N° 86	35
FOTOGRAFIA N° 87	35
FOTOGRAFIA N° 88	35
FOTOGRAFIA N° 89	35
FOTOGRAFIA N° 90	35
FOTOGRAFIA N° 91	35
FOTOGRAFIA N° 92	35
FOTOGRAFIA N° 93	35
FOTOGRAFIA N° 94	35
FOTOGRAFIA N° 95	35
FOTOGRAFIA N° 96	35
FOTOGRAFIA N° 97	35
FOTOGRAFIA N° 98	35
FOTOGRAFIA N° 99	35
FOTOGRAFIA N° 100	35

FOTOS

FOTOGRAFÍA N° 01	21
FOTOGRAFÍA N° 02	22
FOTOGRAFÍA N° 03	24
FOTOGRAFÍA N° 04	25
FOTOGRAFÍA N° 05	26
FOTOGRAFÍA N° 06	27
FOTOGRAFÍA N° 07	29
FOTOGRAFÍA N° 08	31
FOTOGRAFÍA N° 09	33
FOTOGRAFIA N° 10	34
FOTOGRAFÍA N° 11	34
FOTOGRAFÍA N° 12	37
FOTOGRAFÍA N° 13	38
FOTOGRAFÍA N° 14	38
FOTOGRAFÍA N° 15	39
FOTOGRAFÍA N° 16	40
FOTOGRAFÍA N° 17	57
FOTOGRAFÍA N° 18	58
FOTOGRAFÍA N° 19	58
FOTOGRAFÍA N° 20	59
FOTOGRAFÍA N° 21	59
FOTOGRAFÍA N° 22	60
FOTOGRAFÍA N° 23	60

FOTOGRAFÍA N° 24	61
FOTOGRAFÍA N° 25	61
FOTOGRAFÍA N° 26	62
FOTOGRAFÍA N° 27	75
FOTOGRAFÍA N° 28	76
FOTOGRAFÍA N° 29	76
FOTOGRAFÍA N° 30	77
FOTOGRAFÍA N° 31	77
FOTOGRAFÍA N° 32	78
FOTOGRAFÍA N° 33	78
FOTOGRAFÍA N° 34	79
FOTOGRAFÍA N° 35	79
FOTOGRAFÍA N° 36	80
FOTOGRAFÍA N° 37	80
FOTOGRAFÍA N° 38	81
FOTOGRAFÍA N° 39	81
FOTOGRAFÍA N° 40	82
FOTOGRAFÍA N° 41	82
FOTOGRAFÍA N° 42	83
FOTOGRAFÍA N° 43	83
FOTOGRAFÍA N° 44	84
FOTOGRAFÍA N° 45	84
FOTOGRAFÍA N° 46	85
FOTOGRAFÍA N° 47	85
FOTOGRAFÍA N° 48	86

FOTOGRAFÍA N° 49		95
FOTOGRAFÍA N° 50		95
FOTOGRAFÍA N° 51		96
FOTOGRAFÍA N° 52		96
FOTOGRAFÍA N° 53		97
FOTOGRAFÍA N° 54		97
FOTOGRAFÍA N° 55		98
FOTOGRAFÍA N° 56		98
FOTOGRAFÍA N° 57		99
FOTOGRAFÍA N° 58		99

INTRODUCCIÓN

Antiguamente las construcciones en Iquitos se hacían con materiales de la región, tales como la madera, techos de hojas de palmeras, etc.; paulatinamente las construcciones rústicas han dado paso a las construcciones denominadas "nobles", es decir, el uso de arena y cemento que en combinación con el agua se denomina "concreto cemento-arena"; (arena + cemento + agua); se utiliza en casi todas las construcciones que se realizan en la ciudad de Iquitos, tanto para la construcción de casas como para pavimentos rígidos y otros.

El concreto cemento-arena con fibras de acero y polipropileno, es el concreto formado por un conglomerado hidráulico (cemento portland), agregados finos, agua y fibras discontinuas y discretas.

La incorporación de fibras de acero y polipropileno en el concreto cemento-arena, ha demostrado ser un medio eficaz para mejorar la tenacidad del material, aumentar su resistencia en algunos casos y su capacidad de deformación, controlar el desarrollo y la propagación de fisuras.

La proporción adecuada de estas fibras es la que aporta al concreto un mayor refuerzo, que se traduce en una mejora en sus características de resistencia a la flexión y control de fisuración. El resultado mecánico del concreto cemento-arena reforzado con fibras depende de las dimensiones y de la cantidad de fibras incorporadas a la mezcla.

En el caso del concreto, la aplicación y uso de estas fibras se ha ido consolidando en los últimos tiempos, especialmente en la construcción de pavimentos, túneles, estructuras lineales y estructuras sometidas a acción dinámica.

Esta tesis va a tratar sobre la incorporación de fibras de acero y polipropileno en el concreto cemento-arena, utilizando cemento argos tipo I Co Plus+. Los cálculos y resultados serán comparados con resultados obtenidos del concreto cemento-arena simple (sin fibras).

Las fibras que se utilizaron en este proyecto fueron las que se encuentran en el mercado nacional, WIRAND FF1 Y FIBROMAC 12 en una proporción de 25 kg/m³ y 800 gr/m³ respectivamente.

Los Autores

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

El uso del concreto de arena se inició en el siglo XIX, en Francia (1853), F. COIGNET investigó y utilizó lo que él denominó el concreto aglomerado con la idea de realizar construcciones económicas y resistentes. Este concreto aglomerado compuesto de arena, cenizas, arcillas cocidas y cal hidráulica, constituyó al ancestro del concreto de arena.

Pero el avance más importante se dio en Rusia por Nicolás de Rochefort, pues en este país existen vastas regiones ricas en arena, pero carentes de gravas. Es así, que desde 1940 se han realizado en Rusia numerosas obras de concreto de arena tales como pistas de aeropuertos, carreteras, edificaciones, túneles y otros.

A mediados del siglo XX se comienzan a realizar en la ciudad de Iquitos las construcciones con concreto. Cabe mencionar, que en nuestra ciudad se realizaron construcciones que pese a su elevado costo, hoy están en abandono tal como el edificio de ESSALUD. La alternativa a los altos costos fue el concreto de arena, cuyo uso se vuelve masivo en la década de 1970, tanto en edificaciones como en pavimentación.

En la región Loreto se han realizado estudios e investigaciones sobre el concreto de arena por parte de la Empresa Cementos Selva S.A. Estos fueron realizados en el Laboratorio de Suelos y Ensayos de Materiales de la Universidad Particular de Iquitos, hoy Universidad Científica del Perú, resaltando la investigación denominada "Investigación del concreto de arena" efectuada en el año 1995, donde se realizaron diseños de mezclas para concretos de arena de $f_c=140, 175$ y 210 kg/cm^2 , para ensayos a la resistencia a la compresión y tracción por compresión diametral, teniendo como conclusión que para un diseño de 210 kg/cm^2 se necesita una cantidad de cemento de 544 kg, lo que representa 12.8 bolsas por metro cúbico. Uno de los objetivos de esta investigación consiste, que teniendo como punto de partida los parámetros recogidos de esta investigación, en primer lugar se evalúe y se determine la curva de correlación de valores y parámetros adecuados para el diseño de mezcla, cuyos valores sean proporciones que nos permitan obtener resultados que se aproximen o sean iguales a la resistencia especificada (f_c) a partir de los cuales determinar los valores de las propiedades Físicas y Mecánicas del concreto de arena; y en segundo lugar teniendo los valores de las proporciones para cada resistencia especificada (f_c) se podrá obtener las resistencias requeridas para ser usadas en obra y de esta manera se evitará en muchos casos el subdimensionamiento o sobredimensionamiento de los componentes del concreto de arena, dando una solución técnica, económica y segura.

Dávila Panduro, David & Vargas Rojas, Eric J. (2006) en su Tesis: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena, utilizando agregado fino de la cantera Boca Negra del sector de Peña Negra, distrito de San Juan Bautista", realizada en la Universidad Particular de Iquitos, hoy Universidad Científica del Perú, efectuaron ensayos de compresión, ensayos para la obtención del Módulo

de Elasticidad, ensayos a la tracción por compresión diametral, Ensayos de Flexión, Ensayos de Exudación y rendimiento del concreto cemento-arena, y ensayos de trabajabilidad y consistencia. Como parte de las conclusiones de este trabajo de investigación se determinó que un modelo matemático aproximado del módulo de elasticidad del concreto de arena es $E = 10,074\sqrt{f'_c}$, el modelo matemático del Módulo de Rotura del concreto de arena correlacionado a la compresión es $Mr = 2.33\sqrt{f'_c}$ y correlacionado a la resistencia a la flexión y tracción es $Mr = 8\sqrt{f'_c}$. La resistencia a la tracción del concreto de arena converge al 9% de la resistencia a la compresión (f'_c).

En el Año 2007 el Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG), publicó un artículo informativo llamado "El Concreto de Arena", investigado por la Ing. Ana Biondi S. en donde se realizaron estudios comparativos sobre ensayos en concreto fresco y endurecido, con Cementos Selva S.A Tipo I y Tipo IP con agregado fino de nuestra ciudad. Los estudios en concreto fresco fueron: Asentamiento NTP 339.035, Peso Unitario NTP 339.046, Exudación NTP 339.077, Contenido de Aire NTP 339.083; estudios en concreto endurecido: Resistencia a la compresión, Resistencia a la tracción por compresión diametral.

Corcino Albornoz, Vanesa (2007) en su Tesis: "Estudio Comparativo de Concreto Simple y Reforzado con Fibras de Acero Dramix y Wirand, empleando Cemento Andino Tipo V" realizada en la Universidad Ricardo Palma, realizó pruebas de compresión y flexión, concluyendo que el concreto con fibras a pesar de ser menos trabajable es más tenaz, disminuyendo la falla por fisuración.

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACION

Nuestra cálida ciudad de Iquitos es una ciudad con abundancia de arena y arcillas, y carece de la existencia de piedras, pero ello no fue obstáculo para poder desarrollarnos en el ámbito de la construcción, pues desde siempre se han hecho construcciones con arena, a excepción de obras de envergadura, que por razones de diseño se necesitó la presencia de piedra en su ejecución.

La creciente inversión en obras de pavimentación hace que se estén buscando permanentemente nuevas metodologías y procedimientos de continua mejora en el campo del diseño de pavimentos rígidos, sobre todo en lugares como Iquitos y alrededores donde el uso de tales tipos de pavimentos se viene dando de manera intensiva.

La inclusión de fibras de acero y de polipropileno en la estructura del concreto cemento - arena constituye un procedimiento que cada vez se usa más, sin embargo tiene un nulo respaldo experimental que valide su eficacia como solución confiable en el uso masivo de pavimentaciones rígidas en la amazonia peruana. Cabe mencionar, que en nuestra ciudad aún no se han realizado estudios relacionados a conocer sus características mecánicas; por ello es muy importante realizarlos para así obtener resultados más exactos y reales en cuanto se elaboren los proyectos, ya que, actualmente los proyectistas elaboran sus diseños utilizando los valores referenciales del Reglamento Nacional de Edificaciones; esto quiere decir que se usan las características mecánicas propias del concreto conteniendo agregado grueso. De aquí surge la necesidad de hacer estudios referentes al concreto cemento-arena

simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno empleando cemento Argos Tipo I Co Plus+, para así poder hacer los proyectos usando las características mecánicas propias y así obtener resultados más precisos y confiables.

1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA

Frente a lo expuesto y a la realidad de los procesos constructivos para la elaboración de concreto cemento-arena en la región de Loreto, se plantea la formulación del siguiente problema:

¿Cuál es el estudio comparativo del concreto cemento - arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno empleando cemento Argos tipo I Co Plus +?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.4.1 Objetivo General:

Evaluar los resultados de los estudios comparativos del Concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno empleando cemento Argos tipo I Co Plus+.

1.4.2 Objetivos Específicos:

a) Evaluar los resultados de la resistencia a la compresión del Concreto cemento - arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno empleando cemento Argos tipo I Co Plus+.

b) Evaluar los resultados de la resistencia a la flexión (Módulo de Rotura MR) del Concreto cemento - arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno empleando cemento Argos tipo I Co Plus+, a fin de verificar la validez de la fórmula prevista en el Norma E.060: $MR = 2\sqrt{f'c}$.

c) Evaluar las curvas obtenidas para el módulo de elasticidad del concreto a fin de verificar la validez de la fórmula prevista en la Norma E.060: $E_c = 15,000 \sqrt{f'c}$ del Concreto cemento - arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno empleando cemento Argos tipo I Co Plus+.

1.5 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

Como se sabe el concreto es el material más utilizado en la construcción, ya que tiene muchas características a favor, tales como, la adherencia al fierro corrugado, su alta resistencia a la compresión, etc.; es muy importante conocer todas estas propiedades, para así garantizar un concreto de calidad en la ejecución de proyectos.

En casi todo nuestro país se utiliza el concreto con agregado grueso, habiendo así un gran desconocimiento del concreto cemento - arena por los profesionales de la costa, sierra y selva alta. De esta manera existe una gran dificultad por parte de aquellos profesionales de la Ingeniería Civil que vienen a laborar en nuestra ciudad, debido a

que no existen requerimientos, normas y reglamentos referidos a diseños de mezclas y propiedades del concreto que contiene agregados finos (menor al módulo de fineza de 2.3). Es así, que es de suma importancia que tanto las instituciones dedicadas a la construcción así como las universidades, fomenten estudios que aporten las informaciones, tanto científicas y tecnológicas, del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno.

Es necesario establecer valores y parámetros reales de las características mecánicas del Concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras, porque actualmente se podrían estar utilizando valores inadecuados del Módulo de Elasticidad y otros.

En la ciudad Iquitos los proyectos están siendo diseñados en base al actual Reglamento Nacional de Edificaciones, por lo que se podría estar ocasionando un dimensionamiento erróneo de las estructuras de concreto armado. Por lo tanto, en nuestra investigación, como futuros Ingenieros daremos un aporte que beneficiará tanto a la población como a los ingenieros que laboran en la ciudad de Iquitos realizando estudios comparativos del Concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno, empleando cemento Argos Tipo I Co Plus+.

CAPITULO II

MARCO TEORICO – CONCEPTUAL

2.1 CEMENTO PORTLAND

ABANTO (2002), manifiesta que el cemento Portland es un aglomerante hidráulico. Se trata de un producto comercial de fácil adquisición el cual se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares. Tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida.

El cemento Portland esencialmente es un clinker molido, producido por la cocción a elevadas temperaturas, de mezclas que contienen cal, alumina, fierro y sílice en proporciones determinadas.

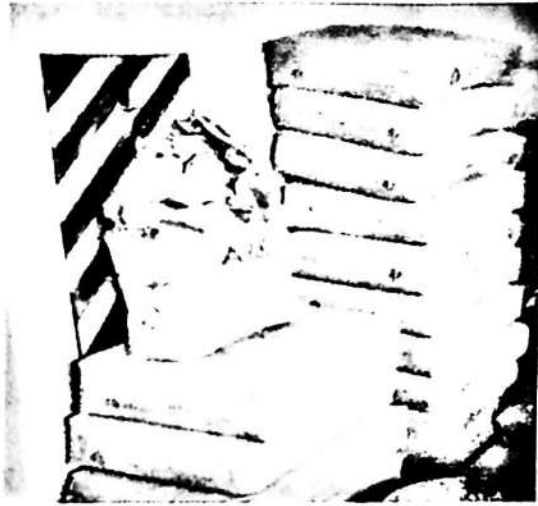
Las materias primas, finamente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principio de la fusión (1400-1450C), usualmente en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir más de 200 m de longitud y 5.5 m de diámetro.

Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina clinker, el cual enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el Cemento Portland comercial. Mediante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 o 4%), para regular la fragua del cemento.

2.1.1 Cemento Argos Tipo I Co Plus+

La empresa proveedora del cemento Argos manifiesta que el cemento Argos Tipo I Co Plus+ usado en el presente trabajo de investigación, es de uso general donde no se requieran propiedades especiales, siendo sus usos recomendados los siguientes:

- Producción de concretos para cimentaciones, muros, contenciones, estructuras, rellenos y todo tipo de obra en general.
- Preparación de morteros para mampostería, pega de cerámicos, enchapes, acabados, recubrimientos y morteros de relleno.
- Elaboración de morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.
- Producción de elementos prefabricados de pequeño y mediano formato.
- Reparaciones, remodelaciones, pequeñas obras y diversas aplicaciones domésticas.



FOTOGRAFÍA N° 01: Vista del lote de cemento Argos tipo I Co Plus+ usado en la presente investigación.

Según el fabricante, este cemento presenta los siguientes beneficios:

- Desarrolla las resistencias requeridas tanto en edades tempranas como en edades finales, garantizando un adecuado programa de retiro de formaletas y puesta en funcionamiento de las estructuras.
- Ofrece tiempo de fraguado controlado que facilitan el manejo y colocación de las mezclas en obra, sin afectar los tiempos de desmolde y desarrollo de resistencias.
- Presenta moderado calor de hidratación reduciendo el riesgo de fisuración y contribuyendo con una mejor apariencia y mayor durabilidad de las estructuras.
- La distribución granulométrica adecuada de sus partículas ayudan a obtener resistencias más tempranas y mayor calidad en los acabados.
- Promueve la retención de humedad, generando mezclas más plásticas y manejables que favorecen los procesos de colocación y acabados.
- Las adiciones incorporadas le confiere a los concretos y morteros una mayor estabilidad en su volumen disminuyendo los fenómenos de contracción y asentamientos plásticos.
- El filler calizo brinda mayor durabilidad y alta resistencia al concreto.

2.1.2 Peso Específico

Se llama peso específico al cociente entre el peso de un cuerpo y su volumen. Para calcularlo se divide el peso del cuerpo o porción de materia entre el volumen que éste ocupa. Un saco de cemento Portland pesa 42,5 kg y tiene un volumen de aproximadamente de 1pie cúbico (28,32 lt) cuando acaba de ser empacado.

El peso específico del cemento Portland a granel puede variar considerablemente dependiendo de su manejo y almacenamiento. Un cemento Portland demasiado suelto puede pesar únicamente 833 kg/m^3 ,

mientras que si se compacta por vibración, el mismo cemento puede llegar a pesar 1650 kg/m^3 . Por este motivo, la práctica correcta consiste en pesar el cemento a granel para cada mezcla de concreto que se vaya a producir.



FOTOGRAFÍA N° 02: Pesado del cemento en balanza digital para la preparación de la mezcla en laboratorio.

A continuación se muestran las especificaciones técnicas del cemento usado en el presente proyecto de investigación:

Especificaciones Técnicas

PARÁMETROS QUÍMICOS	ESPECIFICACIONES ARGOS	NTC 321 Tipo I	ASTM C-1157 TIPO GU.
Óxido de magnesio, MgO, máximo (%)	6.00	7.00	—
Trióxido de azufre, SO ₃ , máximo (%)	3.50	3.50	—
PARÁMETROS FÍSICOS	ESPECIFICACIONES ARGOS	NTC 121 Tipo I	ASTM C-1157 TIPO GU.
Fraguado inicial ⁽¹⁾ , mínimo (minutos)	90	45	45
Fraguado final ⁽¹⁾ , máximo (minutos)	320	480	420
Expansión autoclave, máximo (%)	0.80	0.80	0.80
Expansión en agua ⁽²⁾ , máximo (%)	0.02	—	0.02
Resistencia a 3 días ⁽³⁾ , mínimo (Mpa)	9	8.0	13
Resistencia a 7 días ⁽³⁾ , mínimo (Mpa)	16	15.0	20
Resistencia a 28 días ⁽³⁾ , mínimo (Mpa)	26	24.0	28

- (1) Ensayo con aguja de Vicat según NTC 1.18
 (2) Ensayo en barras de mortero a 14 días
 (3) Ensayo a compresión sobre cubos de mortero con arena normalizada

CEMENTO GRIS DE USO GENERAL

Versión 1-2010



Usos

- Producción de concretos para cimentaciones, muros, contenciones, estructuras, rellenos y todo tipo de obra en general.
- Preparación de morteros para mampostería, pega de cerámicos, enchapes, acabados, recubrimientos y morteros de relleno.
- Elaboración de morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.
- Producción de elementos prefabricados de pequeño y mediano formato.
- Reparaciones, remodelaciones, pequeñas obras y diversas aplicaciones domésticas.

Beneficios

- Desarrolla las resistencias requeridas tanto en edades tempranas como en edades finales, garantizando un adecuado programa de retiro de formaletas y puesta en funcionamiento de las estructuras.
- Ofrece tiempos de fraguado controlados que facilitan el manejo y colocación de las mezclas en obra, sin afectar los tiempos de desmolde y desarrollo de resistencias.
- Presenta moderados calores de hidratación reduciendo el riesgo de fisuración y contribuyendo con una mejor apariencia y mayor durabilidad de las estructuras.
- La distribución granulométrica adecuada de sus partículas ayudan a obtener resistencias más tempranas y mayor calidad en los acabados.
- Promueve la retención de humedad, generando mezclas más plásticas y manejables que favorecen los procesos de colocación y acabados.
- Las adiciones incorporadas le confiere a los concretos y morteros una mayor estabilidad en su volumen disminuyendo los fenómenos de contracción, asentamientos plásticos.

FOTOGRAFÍA N° 02. Plano de obra de un edificio en construcción para la preparación de la mezcla.

2.2 AGUA

Pasquel (2000), señala que el agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto este elemento debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química. El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones:

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

Abanto (2002), hace referencia que el agua deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o acero. Así mismo también menciona que si se tuviera dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de esta y se deberá comparar los resultados obtenidos con los valores máximos admisibles de las sustancias, los mismos que se muestran a continuación:

Cuadro N° 01: Valores máximos admisibles de sustancias presentes en el agua

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de Magnesio	150 ppm
Sales Solubles	1500 ppm
Sólidos en Suspensión	1500 ppm
P.H	Mayor de 7
Materia Orgánica	10 ppm



FOTOGRAFÍA N° 03: Pesado del agua en balanza digital para la preparación de la mezcla.



FOTOGRAFÍA N° 04: El agua potable no sólo se usa para la mezcla de concreto, sino también para el curado de las probetas. En esta foto se pueden apreciar las probetas desmoldadas y colocadas en la poza de curado con agua potable en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la UCP.

2.2 Análisis granulométrico

2.3 AGREGADO FINO

2.3.1 Características Generales

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el Tamiz NTP 9,4 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

El agregado podrá consistir en arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias; de perfil preferentemente angular; duro; compacto y resistente; libre de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto.

Cuadro N° 22: Límites de granulometría para el agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa	Porcentaje que queda
N° 30	9,5	100
N° 4	4,75	95 - 100
N° 8	2,36	90 - 100
N° 16	1,18	85 - 95
N° 30	0,60	75 - 80
N° 60	0,30	70 - 80
N° 100	0,15	2 - 10

2.3.3 Módulo de Finura



FOTOGRAFÍA N° 05: Arena blanca usada en el presente trabajo de investigación, proveniente de la cantera Chuquival, que presenta las siguientes características: Clasificación en AASHTO A-3(0), SUCS SP-SM y Módulo de Fineza de 1.50.

2.3.2 Análisis granulométrico

El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas.

El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la Normas ITINTEC 400.037. Es recomendable tener en cuenta lo siguiente:

- La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con los valores retenidos en mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 de la serie de Tyler.
- El agregado no deberá retener más de 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.
- En general es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites:

Cuadro N° 02: Límites de granulometría para el agregado fino

Malla	Dimensión de la malla (mm)	Porcentaje en peso que pasa
N° 3/8"	9,52	100
N° 4	4,75	95 - 100
N° 8	2,36	80 - 100
N° 16	1,18	50 - 85
N° 30	0,60	25 - 60
N° 50	0,30	10 - 30
N° 100	0,15	2 - 10

2.3.3 Módulo de fineza

Se define el módulo de fineza como la suma de los porcentajes acumulativos retenidos en las mallas de las series estandarizadas, dividido entre 100. Las series estandarizadas consisten en mallas, cada una del doble del tamaño de la precedente: ASTM N° 100, 50, 30, 16, 8, 4, 3/8", hasta la malla de tamaño más grande según la norma N.T.P. 400.011. La fórmula a usar es la siguiente:

$$\text{Módulo de Finura} = M.F. = \frac{\sum \% \text{retenido acumulado}}{100}$$

El módulo de fineza se calcula para el agregado fino más que para un agregado grueso. En nuestra ciudad los valores se encuentran en un rango entre 0.8 y 1.7, donde un valor más alto indica una gradación más gruesa.

2.3.4 Peso específico

La Norma ASTM C-128 considera tres formas de expresión del peso específico:

- **Peso específico de masa (G).**

El cual es definido por la Norma ASTM E 12 como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad de un volumen igual de agua libre de gas.

- **Peso específico de masa saturado superficialmente seco (G_{ss}).**

Es definido como el mismo que el peso específico de masa, excepto que ésta incluye el agua en los poros permeables.

- **Peso específico aparente (G_a).**

Es definido como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable.



FOTOGRAFÍA N° 06: Pesado de la arena en balanza digital para la preparación de la mezcla en laboratorio.

2.3.5 Porcentaje de absorción

El porcentaje de absorción es la relación de la disminución de masa respecto a la masa de la muestra seca, se determina midiendo la disminución de masa de una muestra saturada y de superficie seca después de secarla en un horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C±5°C.

Dónde:

$$\text{Porcentaje de absorción (a\%)} = 100 \times ((500 - A) / A)$$

A = Peso en gramos de la muestra secada al horno.

2.3.6 Contenido de humedad

Podemos definir el contenido de humedad como el exceso de agua en un estado saturado y con una superficie seca, expresado en porcentaje (%).

Si el agregado tiene una humedad inferior a la absorción, se debe agregar agua a la mezcla para compensar el agua que absorben los agregados. Por el contrario, si la humedad está por encima de la absorción, el agua a agregar a la mezcla será menor, ya que los agregados aportarán agua. Se debe tener en consideración la humedad de los agregados en el momento de elaborar el concreto, porque si la humedad es alta, aumentará la relación agua-cemento y caerán las resistencias, y si es baja, no se logrará la trabajabilidad deseada. En laboratorio se usa la siguiente fórmula para la obtención del contenido de humedad de la arena:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso de la muestra húmeda} - \text{Peso de la muestra seca}}{\text{Peso de la muestra seca}} \times 100$$



FOTOGRAFÍA N° 07: Secado de la arena en laboratorio para obtener su contenido de humedad.

2.3.7 Pesos volumétricos secos, sueltos y compactados

El peso unitario o densidad de masa de un agregado, es el peso del agregado que se requiere para llenar un recipiente con un volumen unitario especificado, es decir la masa neta del agregado en el recipiente, dividida entre su volumen, representará el peso unitario para uno u otro grado de compactación, expresado en kg/m^3 . La norma N.T.P. 400.017 reconoce dos grados: suelto y compactado.

- **Peso unitario suelto:**

Cuando el agregado seco se coloca con cuidado en un recipiente de diámetro y profundidad prescritas que depende del tamaño máximo del agregado hasta que desborde y después es nivelado haciendo rodar una varilla por encima. Se obtiene el peso unitario suelto multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

- **Peso unitario compactado:**

Cuando el contenedor se llena en tres etapas, se apisona cada tercio del volumen 25 veces con una varilla compactadora de punta redondeada de $5/8$ " de diámetro, y se remueve de nuevo lo que sobresalga. Se obtiene el peso unitario compactado multiplicando el peso neto por el factor (f) de calibración del recipiente calculado.

2.4 FIBRAS

La aparición en el mercado de nuevos tipos de fibras y su utilización para el refuerzo del concreto permite mejorar notablemente su calidad, propiedades y su comportamiento a los refuerzos y deformaciones.

El concreto reforzado con fibras de acero es una alternativa eficaz ante la necesidad de reforzar y mejorar el comportamiento estructural del concreto armado tradicional. Incorporando y distribuyendo homogéneamente fibras de acero en la mezcla del concreto puede reducirse significativamente la fragilidad y con ello mejorar las

propiedades mecánicas. Los aceros que se usan son aceros al carbono o inoxidables.

Las fibras de acero suelen tener diversas formas siendo las onduladas y las ganchudas las más comunes. A continuación se muestran las diferentes formas de presentación:

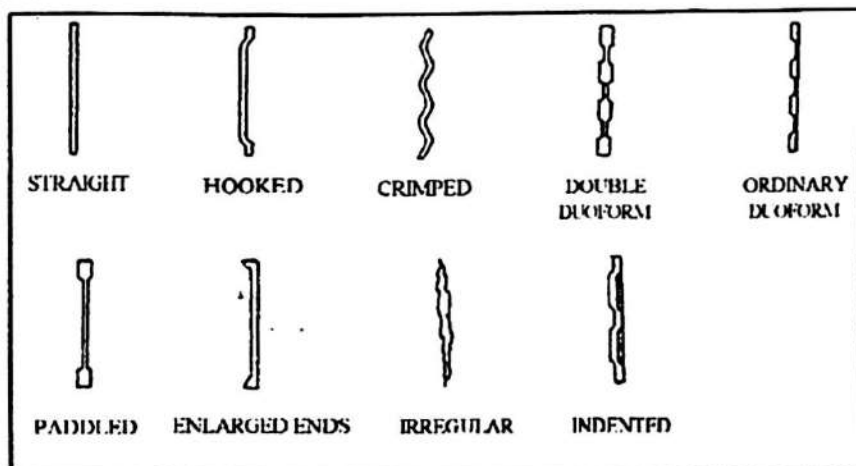


FIGURA N° 01: Diversas formas de presentación de las fibras de acero.

2.4.1 Fibra de acero WIRAND FF1

Es una fibra metálica, producida por trefilación a partir de alambres de bajo contenido de carbono. Presenta dos dobleces en cada extremidad para mejorar la adherencia y consecuentemente, el anclaje.

Las dimensiones de la fibra de acero Wirand FF1 son las siguientes: Longitud $L = 50$ mm; Diámetro $D = 1.00$ mm; relación de forma L/D (longitud /diámetro medio): $50/1.00 = 50$. Hay que resaltar que la relación L/D resulta ser muy importante para la caracterización de los diversos tipos de fibras de acero.

Esta fibra presenta una Tensión de ruptura por tracción del alambre igual o superior a 1.050 MPa cumpliendo con lo prescrito en la Norma ACI 544.3R-08. La elongación a la ruptura es menor al 4%.



FOTOGRAFÍA N° 08: Pesado de las fibras de acero Wirand FF1 en balanza digital para la preparación de la mezcla según diseño.

Las fibras usadas presentan unos ganchos en ambas extremidades, los cuales sirven para garantizar una adecuada adherencia al concreto. Estos ganchos también sirven para asegurar una trabazón adecuada con la mezcla y en el periodo de máxima deformación evitan la ruptura explosiva del concreto. A continuación se muestran las formas y disposición de dichos ganchos.

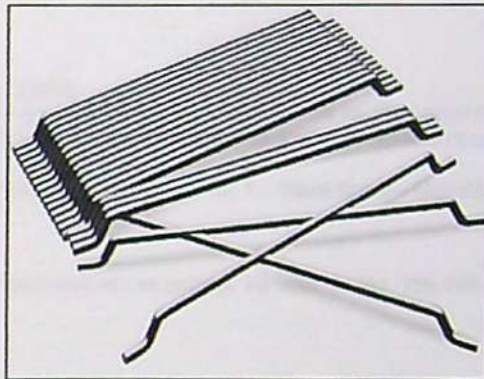


FIGURA N° 02: Ubicación y disposición de los ganchos en las fibras de acero Wirand FF1 usadas en el presente trabajo de investigación.

A continuación se muestra la ficha técnica (especificaciones técnicas) de la fibra de acero Wirand FF1 que se ha usado en el presente trabajo de investigación.

FIBRA WIRAND® FF1**DESCRIPCIÓN:**

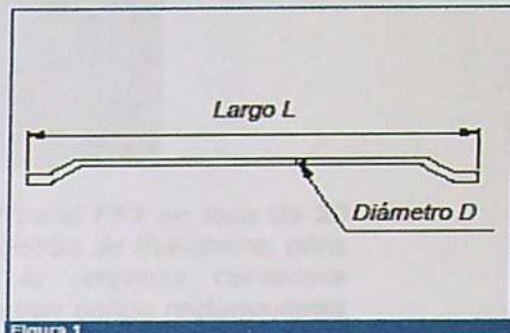
Fibra WIRAND® FF1 en alambre de acero trellado para el refuerzo del hormigón

TIPO:

Wirand® FF1

DIMENSIONES:

- Diámetro D: 1.00 mm;
- Largo L: 50 mm;
- Relación de esbeltez L/D:
- Relación entre el Largo y el Diámetro $50/1.00 = 50$

**CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL ALAMBRE**

R_m (Tensión de ruptura por tracción del alambre): > 1100 MPa (Según ACI 544.3R-08)
 A_l (Elongación a la ruptura) < 4%

FORMA

Los ganchos de las extremidades de la fibra WIRAND® FF1 garantizan la máxima adherencia al hormigón

STANDARD DE REFERENCIA

- ASTM A820-01 "Standard specification for steel fibers for fiber-reinforced concrete"
- UNI-11037 – Fibre di acciaio da impiegare nel confezionamento di conglomerato cementizio rinforzato
- pr-EN 14889-1 – Fibres for concrete – Part 1 – Steel fibres – Definition, specifications and conformity

EMBALAJES

La fibra WIRAND® FF1 es acondicionada en grandes big bags de 600, 750, 950 Kg de peso, o en cajas de cartón de 20 Kg

A continuación se muestra una vista de una obra recientemente ejecutada en la ciudad de Iquitos usando concreto sin piedra de calidad estructural $f'c=245$ Kg/cm² con adición de fibras de acero en una tasa de 25 Kg/m³ y fibras de polipropileno en una tasa de 900 gr/m³.



FOTOGRAFÍA N° 09: Uso de fibras de acero Wirand FF1 en losa de 20 centímetros de espesor en la ciudad de Iquitos, distrito de Punchana, obra correspondiente al patio de maniobras de la empresa cervecera DICOPOSAC. Las juntas de dilatación conformaban paños rectangulares de 12x15 metros. Al interior de cada paño, las juntas de contracción (aserradas) conformaban paños rectangulares de 5x6 metros.

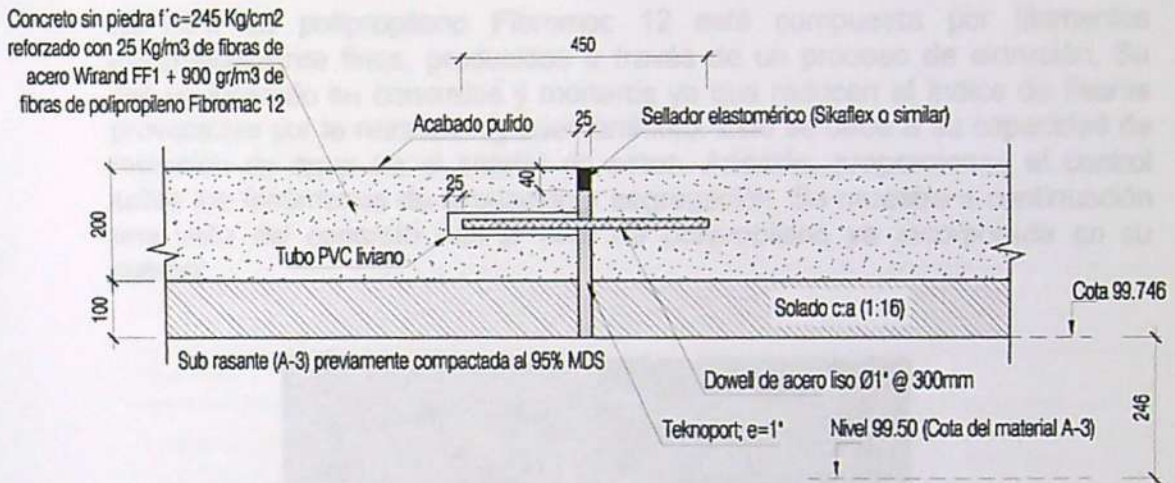


FIGURA N° 03: Sección típica del pavimento rígido construido en Iquitos que se muestra en la Fotografía N° 09. Su comportamiento a la fecha es adecuado y no presenta problemas de fisuración. Constituye un buen ejemplo de aplicación de concreto reforzado con fibras de acero y de polipropileno simultáneamente.

2.4.2 Fibra de polipropileno FIBROMAC 12

Las fibras tipo multifilamento FibroMac 12 son fibras sintéticas de filamento individual de polipropileno 100% vírgenes, diseñadas y fabricadas como refuerzo secundario para concreto premezclado y productos a base de cemento para la construcción. Las fibras tipo multifilamento proporcionan un método sencillo y económico para controlar el agrietamiento por contracción durante la etapa plástica del concreto mediante la introducción de millones de fibras individuales dentro del concreto. El refuerzo multidimensional proporcionado por la fibra crea resistencia a las fisuras en toda la masa del

concreto. A continuación se muestra la fibra antes de ser incorporada a la mezcla de concreto:



FOTOGRAFÍA N° 10: Vista de la fibra de polipropileno antes de ser incorporada a la matriz del concreto.

La fibra de polipropileno Fibromac 12 está compuesta por filamentos extremadamente finos, producidos a través de un proceso de extrusión. Su uso es indicado en concretos y morteros ya que reducen el índice de fisuras provocadas por la retracción y asentamiento. Esto se debe a su capacidad de retención de agua en el interior de estos. Además, proporcionan el control sobre los fenómenos de exudación y segregación. Se muestra a continuación una vista del concreto con la fibra de polipropileno ya incorporada en su cuerpo:



FOTOGRAFÍA N° 11: Vista del concreto con la fibra de polipropileno ya incorporada en su cuerpo. Nótese los delgados de filamentos que controlarán el fisuramiento del concreto en su estado de hidratación y endurecido.

A continuación se muestra la ficha técnica (especificaciones técnicas) de la fibra de polipropileno Fibromac 12 que se ha usado en el presente trabajo de investigación.

FibroMac® 12

Fibras para Refuerzo del Concreto

Características técnicas

FibroMac® 12 es una fibra de polipropileno producida a partir de multifilamentos, indicada para el refuerzo de concretos y morteros con la finalidad de generar un compuesto homogéneo y controlar la fisuración por retracción.



Propiedades Físicas		
Diámetro	µm	18
Sección		Circular
Largo	mm	12
Alargamiento	%	80
Matéria-prima		polipropileno
Peso Específico	g/cm ³	0.91
Propiedades Mecánicas		
Temperatura de fusión	°C	160
Resistencia a la tracción	MPa (N/mm ²)	300
Módulo de Yang	MPa	3 000
Aplicación		
Campos de aplicación indicados		concreto proyectado, prefabricados, pavimentos, pisos, revestimientos.
Cantidad de fibras por kilo		300 000 000
Área superficial específica	m ² / kg	225
Dosaje (recomendación mínima)	g / m ³	600
Presentación		

Las fibras sintéticas FibroMac® 12 son acondicionadas en sacos hidrosolubles de 600g.

Las fibras FibroMac 12 mejoran el desempeño del concreto endurecido, aumentando su resistencia en lo que se refiere al desgaste ya que a través del control de exudación, se evita el aumento de la relación agua/cemento responsable por la disminución de la resistencia del concreto.

La resistencia al impacto también mejora ya que al controlar el índice y profundidad de las fisuras, ayuda a preservar la integridad de la estructura.

Las principales funciones que cumplen las fibras de polipropileno, son:

- Inhibe el agrietamiento por asentamiento plástico.
- Controla el agrietamiento por retracciones en estado plástico.
- Reduce la contracción del concreto en el estado plástico y/o endurecido, también reduce la permeabilidad.
- Resiste las fuerzas de impacto.
- Incrementa la durabilidad a los ciclos de hielo y deshielo.
- Refuerzo duradero.

La fibra de polipropileno Fibromac 12 posee un tratamiento superficial, que permite una rápida y homogénea dispersión en el hormigón, creando una red multidireccional que aumenta la coherencia del material, evitando la fisuración del fraguado inicial. Es inerte y estable, por lo tanto es insensible a la corrosión y a los agentes químicos.

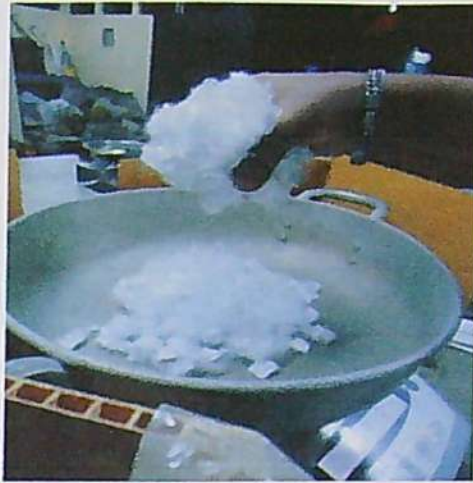
La fibra de polipropileno Fibromac 12 es recomendada para la construcción de pavimentos industriales, parqueos, oficinas, losas, elementos prefabricados, concreto proyectado, pavimentos de concreto de calles peatonales, sótanos, etc.

Para el control de las fisuras provocadas por la retracción plástica, es sugerida la dosificación mínima de 600gr de FibroMac12 por cada metro cúbico de concreto, aun así, la dosificación debe obedecer a las especificaciones de cada proyecto. En el presente trabajo de investigación se usó una tasa constante de 800 gr/m³.

Durante la etapa constructiva, los paquetes hidrosolubles de FibroMac12 deben ser adicionados al concreto fresco, pudiendo ser tirados directamente a la mezcladora en la central o en la obra, considerando el tiempo medio de mezcla con aproximadamente 5 minutos.

Las características indicadas hacen que se puedan construir losas con dimensiones rectangulares mayores a las usualmente establecidas de 3x3 ó 4x4 metros, pudiendo alcanzarse dimensiones rectangulares de hasta 12x15 metros.

La función de la fibra de polipropileno no debe confundirse con la función de la fibra de acero, ya que esta última se usa para dotarle de ductilidad a la losa y mejorar su capacidad flexora y/o elástica.



FOTOGRAFÍA N° 12: *Pesado de las fibras de polipropileno FibroMac 12 en balanza digital para la preparación de la mezcla en condiciones de laboratorio.*

2.5 CONCRETO

Pasquel (2000) señala que el concreto es el material formado por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos; que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

2.5.1 Concreto normal sin inclusión de fibras

2.5.1.1 Propiedades principales del concreto fresco

El Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG) nos detalla las siguientes características del concreto fresco:

a) **Trabajabilidad:** Se define como la facilidad con la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclada para formar el concreto; y luego éste puede ser, para condiciones dadas de obra, manipulado, transportado y colocado con un mínimo trabajo y un máximo de homogeneidad.

La trabajabilidad del concreto está determinada, entre otros factores, por las características, granulometría, y proporción de los agregados fino y grueso, por cuanto dichos factores regulan la cantidad de agua necesaria para producir un concreto trabajable.



FOTOGRAFÍA N° 13: Vaciado de mezcla en carretilla, para ser llevada a los moldes. Las condiciones de trabajabilidad son las que afectan su colocación en obra.

b) Consistencia: Es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose por ello que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación. Usualmente, la consistencia de una mezcla se define por el grado de asentamiento de la misma. Corresponden los menores asentamientos a las mezclas más secas y a los mayores a las consistencias fluidas.



FOTOGRAFÍA N° 14: Medición del revenimiento o slump de la mezcla haciendo uso del método del cono de Abrahams. Para el presente trabajo de investigación el slump de diseño fue establecido en 2 a 3 pulgadas, lo cual se cumplió tal como se muestra en la fotografía.

c) Segregación: Es definida como la descomposición mecánica del concreto fresco en sus partes constituyentes cuando el agregado grueso tiende a separarse del mortero. Esta definición es entendible si se considera que el concreto es una mezcla de materiales de diferentes tamaños y gravedades específicas, por lo que se generan al interior del mismo, fuerzas las cuales tienden a separar los materiales componentes cuando la mezcla aún no ha endurecido. El resultado de la acción de estas fuerzas es definido como segregación.

d) Exudación: Es definida como la elevación de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie, generalmente debido a la sedimentación de los sólidos. El proceso se inicia momentos después que el concreto ha sido colocado y consolidado en los encofrados y continua hasta que se inicia el fraguado de la mezcla, se obtiene máxima consolidación de sólidos, o se produce la ligazón de las partículas.

e) Cohesividad: Se define como aquella propiedad del concreto fresco gracias a la cual es posible controlar el peligro de segregación durante la etapa de colocación de la mezcla, al mismo tiempo que contribuye a prevenir la aspereza de la misma y facilitar su majeo durante el proceso de compactación del concreto.



FOTOGRAFÍA N° 15: En esta foto se puede apreciar que las fibras de acero y de polipropileno dan una mayor consistencia a la mezcla de concreto cemento-arena.

f) Contenido de aire: Este ensayo se realiza para saber qué cantidad de vacíos tiene internamente el concreto en toda su masa. Sabemos que mientras más aire tenga internamente el concreto su resistencia a la compresión disminuirá.

g) Peso unitario: Se define como densidad del concreto a la relación del volumen de sólidos al volumen total de una unidad cubica. Puede

también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido.



FOTOGRAFÍA N° 16: Pesado del molde + mezcla para la obtención del peso unitario del concreto cemento – arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno.

h) Tiempo de Fraguado: El ensayo tiene por efecto encontrar el tiempo que demora en ganar el concreto una determinada resistencia desde el contacto cemento agua.

2.5.1.2 Propiedades principales del concreto endurecido

El Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG) nos detalla las siguientes características del concreto endurecido:

a) **Resistencia:** Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos sin romperse, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción debido a las propiedades adherentes a la pasta de cemento.

La resistencia a la compresión se utiliza como índice de la calidad del concreto. Como el concreto suele aumentar su resistencia en un periodo largo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad.

Por lo general la resistencia a la compresión del concreto se obtiene del ensayo de probetas de 12" de altura por 6" de diámetro. Las probetas se cargan longitudinalmente en una tasa lenta de deformación máxima en 2 ó 3 minutos.

La curva esfuerzo-deformación se obtiene de este ensayo, en el cual se relacionan la fuerza de compresión por unidad de área versus el acortamiento por unidad de longitud.

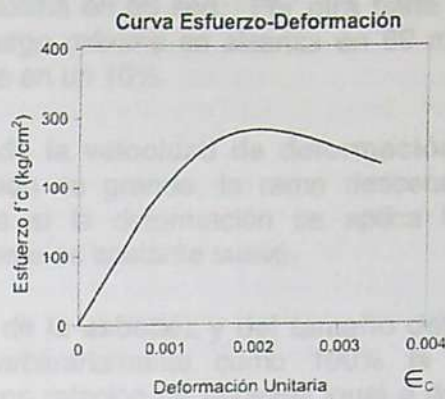


FIGURA N° 04: Vista de la curva esfuerzo-deformación típica para el concreto.

La curva que se presenta corresponde a un ensayo de corta duración del orden de unos cuantos minutos.

Se puede observar que el concreto no es un material elástico, sin embargo se puede considerar una porción recta hasta aproximadamente el 40% de la carga máxima.

Además el colapso se produce comúnmente a una carga menor que la máxima.

En el ensayo de cilindros de concreto simple, la carga máxima se alcanza a una deformación unitaria del orden de 0.002.

El colapso de la probeta que corresponde al extremo de la rama descendente se presenta en ensayos de corta duración a deformaciones que varían entre 0.003 y 0.007, según las condiciones del espécimen y de la máquina de ensayo.

A continuación se describe los efectos que tienen la edad, la relación agua/cemento, efectos de velocidad de carga, velocidad de deformación, esbeltez y tamaño del espécimen.

- **Efectos de la edad.** Debido al proceso continuo de hidratación del cemento, el concreto aumenta su capacidad de carga con la edad, por tanto el aumento de capacidad de carga del concreto depende de las condiciones de curado a través del tiempo.
- **Efecto de la relación agua/cemento.** La resistencia del concreto depende de la relación agua/cemento: a mayor relación agua/cemento, menor es la resistencia.
- **Efecto de la velocidad de carga.** Las resistencias de una probeta en que la carga máxima se alcanza en centésimas de segundo es aproximadamente 50% mayor que la que alcanza su

carga máxima en 66 seg. Por otra parte para una probeta en que la carga máxima se alcanza en 69 minutos, la resistencia disminuye en un 10%.

- **Efectos de la velocidad de deformación.** Si la velocidad de deformación es grande, la rama descendente es brusca, en tanto que si la deformación se aplica lentamente, la rama descendente es bastante suave.
- **Efectos de la esbeltez y del tamaño del espécimen.** Se ha tomado arbitrariamente como 100% la resistencia de una probeta con relación de esbeltez igual a dos. Para esbelteces mayores de 6 la resistencia baja hasta llegar a un 85%. En especímenes geométricos semejantes pero de distinto tamaño la resistencia disminuye para un espécimen mayor.

En muchas estructuras el concreto está sujeto a esfuerzos directos y cortantes que actúan en varias direcciones.

Considerando el equilibrio de las fuerzas que actúan en un elemento de concreto, se demuestra que se puede reducir cualquier combinación de esfuerzos combinados a tres esfuerzos normales que actúan en tres planos perpendiculares.

Investigadores han llegado a la conclusión que la resistencia del concreto sujeto a compresión biaxial puede ser mayor hasta un 27% que la resistencia uniaxial. Para esfuerzos biaxiales iguales de compresión el aumento de resistencia es aproximadamente de un 16%.

Se han hecho ensayos de probetas de concreto sujetas a compresión triaxial. En estos ensayos el estado triaxial de esfuerzos se crea rodeando al espécimen de aceite a cierta presión (presión de confinamiento lateral) y aplicando una carga axial hasta la falla. Se encontró la siguiente relación:

$$f_1 = f_c + 4.f_2$$

Donde:

- f_1 = resistencia a la compresión axial del espécimen.
- f_c = resistencia a la compresión uniaxial del espécimen no confinado.
- f_2 = presión de confinamiento lateral.

Es evidente que un aumento en la presión lateral produce aumentos significativos en ductilidad al igual que en resistencia.

La resistencia a la flexión es una medida a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de

cargas a vigas de concreto de 6"x6" de sección transversal y con luz de cómo mínimo de tres veces el espesor. El Módulo de Rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado.

Esto se determina con frecuencia ensayando un prisma de concreto simplemente apoyado, sujeto a uno o dos cargas concentradas. La resistencia de tensión en flexión, conocida como módulo de rotura f_r o MR, se calcula de la fórmula de flexión M/Z en que M es el momento flexionante y Z el módulo de la sección. Un valor usual aproximado encontrado para el módulo de rotura es:

$$f_r = 2\sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Fórmula que es recogida por la Norma Nacional E.060 Concreto Armado.

La Norma que rige este ensayo es la NTP 339.078 denominada: "METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO (Usando una viga simple con carga al tercio de la luz)", donde se establece que se deben emplear bloques de soporte que aseguren que las fuerzas aplicadas hacia la viga sean perpendiculares hacia la cara del espécimen y sin excentricidad alguna. El diagrama de un aparato que cumple este propósito se muestra a continuación:

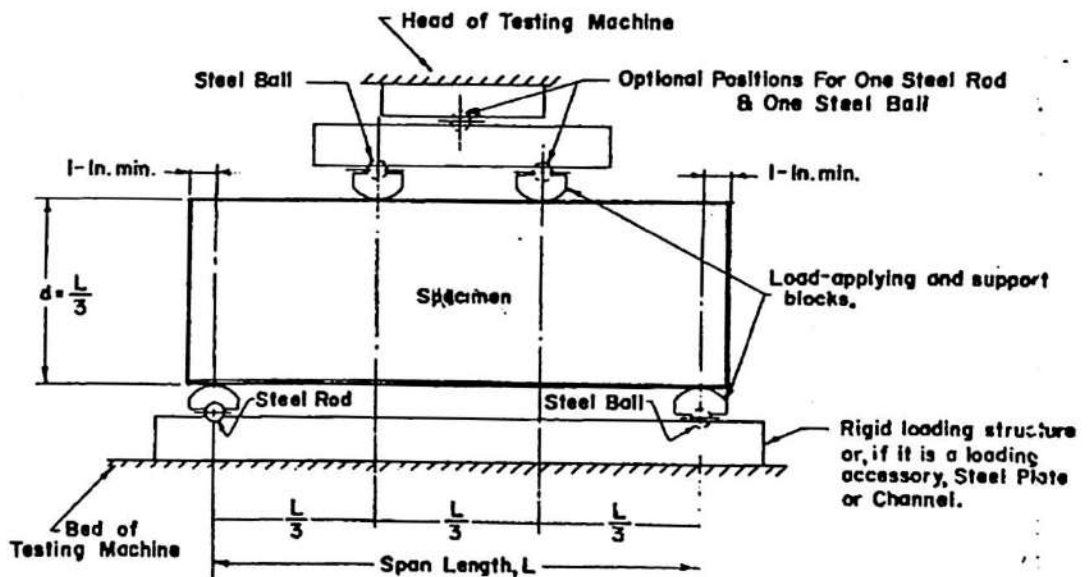


FIGURA N° 05: Vista en diagrama del aparato conveniente para la prueba de flexión del concreto con la carga aplicada al tercio medio del elemento, de acuerdo a la NTP 339.078..

En este caso la carga aplicada a la viga genera el siguiente comportamiento:

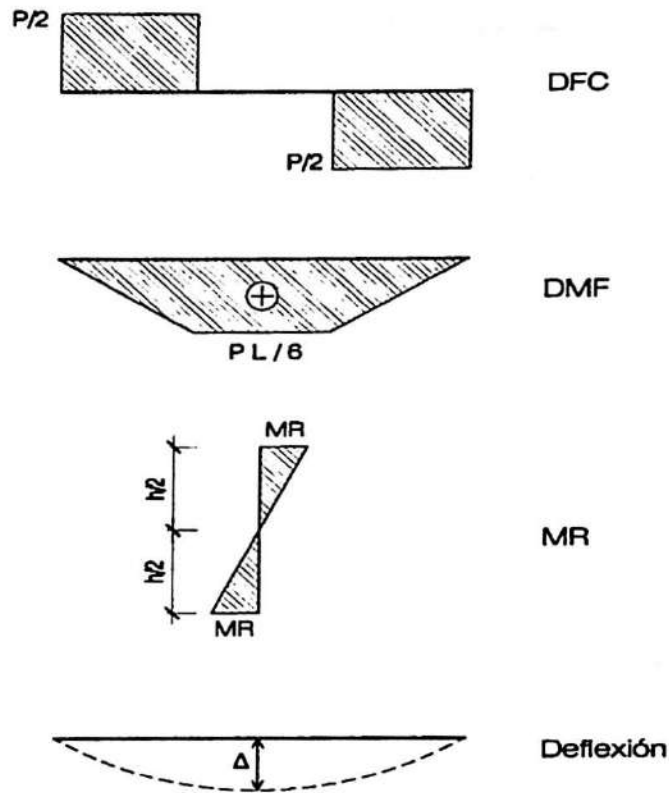


FIGURA N° 06: Comportamiento de una viga simplemente apoyada cargada a los tercios de luz con cargas puntuales de igual magnitud ($P/2$).

Este estado de esfuerzos provoca la subida del eje neutro de la sección de la viga, el cual en el caso de una viga sin refuerzo de fibras sube hasta la parte más extrema en compresión, en tanto que en una viga reforzada con fibras la subida del eje neutro es controlada y retardada por dichas fibras, tal como se muestra a continuación:

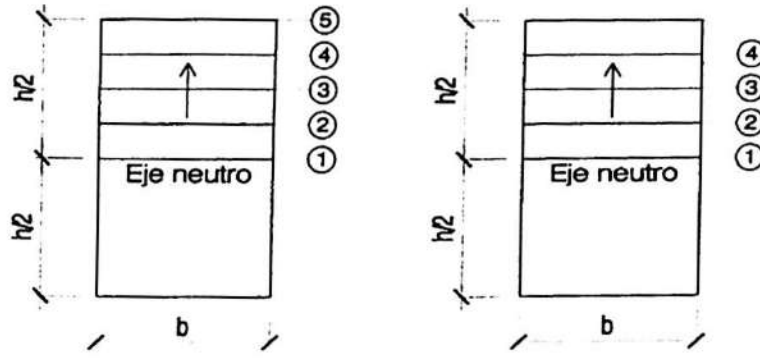


FIGURA N° 07: A la izquierda se ve la subida del eje neutro en una viga sin refuerzo de fibras, en tanto que a la derecha se ve la subida del eje neutro en una viga reforzada con fibras. Nótese que en la viga de la derecha el eje neutro no llega a la parte superior de la viga que está trabajando en compresión, lo cual garantiza la ocurrencia de una falla del tipo dúctil.

b) Módulo de Elasticidad: Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. El concreto no es un material elástico estrictamente hablando, ya que no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama Carga vs. Deformación en compresión, sin embargo, convencionalmente se acostumbra definir un Módulo de elasticidad estático del concreto el cual está en relación directa con la resistencia en la compresión del concreto.

Del estudio de las curvas de esfuerzo deformación, resulta obvio que el concepto convencional del módulo de elasticidad no tiene sentido en el concreto, por lo que se recurre a definiciones arbitrarias, basadas en consideraciones empíricas. Así se puede definir el módulo tangente inicial, el módulo tangente en el punto determinado de la curva esfuerzo-deformación y el módulo secante entre dos puntos de la misma.

El módulo de elasticidad es función principalmente de la resistencia del concreto y de su peso volumétrico.

El reglamento ACI ha propuesto la siguiente expresión para estimar el módulo de elasticidad.

$$E_c = w^{1.5} 4000 \sqrt{f'_c}$$

Donde E_c es el módulo de elasticidad en kg/cm^2 , w es el peso volumétrico del concreto en t/m^3 y f'_c resistencia del concreto en kg/cm^2 .

Si consideramos el peso volumétrico $w = 2.4 \text{ t/m}^3$ tenemos: $E_c = 15.000 \sqrt{f'_c} (\text{kg/cm}^2)$.

El Reglamento ACI 318S-08 establece las siguientes fórmulas para el cálculo del módulo de elasticidad del concreto:

Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad, E_c , para el concreto puede tomarse como $w_c^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c}$ (en MPa), para valores de w_c comprendidos entre 1440 y 2560 kg/m³.
En concreto de densidad normal, E_c puede tomarse como $4700 \sqrt{f'_c}$.

En algunos análisis elásticos se suelen emplear G , el módulo de elasticidad al esfuerzo cortante, y μ , el coeficiente de Poisson. El primero se toma comúnmente como fracción del módulo de elasticidad que se usa en compresión, del orden de 0.4. Experimentalmente, se ha determinado que el segundo varía entre 0.12 y 0.20; con frecuencia se supone μ igual a 0.18.

c) **Extensibilidad:** es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse. Se define en función de la deformación unitaria máxima que puede asumir el concreto sin que ocurran fisuraciones.

Depende de la elasticidad y del denominado flujo plástico, constituido por la deformación que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo. El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperable, estando relacionado también con la contracción, pese a ser dos fenómenos nominalmente independientes.

2.5.2 Concreto reforzado con fibras de acero y de polipropileno

El concreto reforzado con fibras es una alternativa eficaz ante la necesidad de reforzar y mejorar el comportamiento estructural del concreto armado tradicional.

Incorporando y distribuyendo homogéneamente fibras de acero y polipropileno en la matriz del concreto, pueden reducirse significativamente la fragilidad y con ello mejorar las propiedades mecánicas.

La incorporación de fibras logra un incremento sustancial en las propiedades de esfuerzo y tenacidad, especialmente en condiciones de subbase desfavorables cuando se trata de pavimentos.

No es necesaria la utilización de una capa regularizadora o recubrimiento para la losa, por lo que el espesor de la losa puede ser generalmente optimizado o reducido.

2.5.2.1 Comportamiento estructural

- **Comportamiento dúctil:**

Se debe a la energía absorbida por las fibras que se adhieren al concreto durante la ruptura.

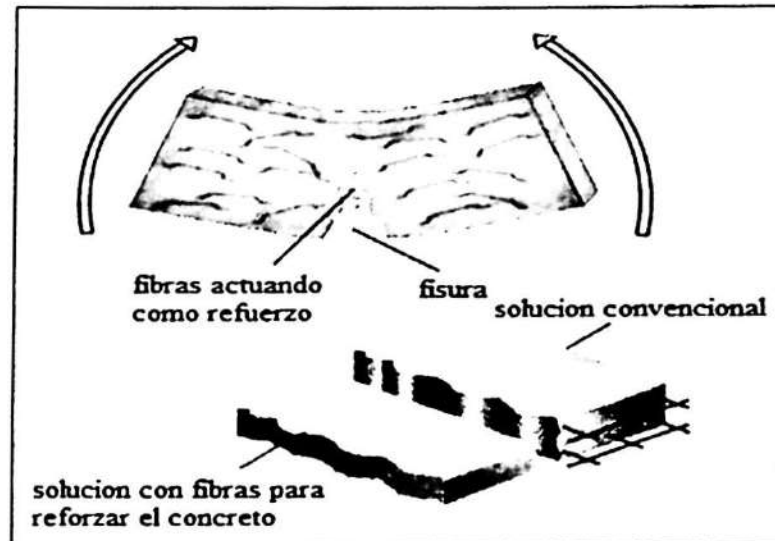


FIGURA N° 08: Las fibras se oponen al desarrollo de la fisura debido a la trabazón que forman dentro de la matriz de concreto.

- **Resistencia a la compresión:**

Las fibras evitan que el concreto tenga una falla frágil y explosiva cuando éste está sometido a compresión dándole ductilidad al compuesto.

Bajo esfuerzos uniaxiales, el concreto reforzado con fibras muestra ligero aumento, disminución o mantiene la resistencia comparado con el concreto simple, dependiendo del tipo de fibra, factor de forma y concentración de fibra.

- **Resistencia a la tracción:**

El ensayo de Tracción se utiliza para evaluar propiedades mecánicas de los materiales que son importantes en el diseño, dentro de las cuales se destaca la resistencia, en particular, de metales y aleaciones.

En este ensayo la muestra se deforma usualmente hasta la fractura incrementando gradualmente una tensión que se aplica uniaxialmente a lo largo del eje longitudinal de la muestra. Las muestras normalmente tienen sección transversal circular, aunque también se usan especímenes rectangulares.

El esfuerzo último a la tracción se alcanza cuando el sistema interno de fisuras crece hasta una situación inestable en la cual puede propagarse catastróficamente.

Las fibras restringen las fisuras internas a zonas localizadas, evitando su propagación a las adyacentes. Esto siempre que estén uniformemente distribuidas y lo suficientemente juntas para interactuar con las fisuras y evitar su propagación.

Existe alguna correlación entre la resistencia a la tracción y el espaciamiento de las fibras en el concreto. Se concluye finalmente que la resistencia a la tracción del concreto reforzado con fibras se incrementa con la disminución de la separación entre las fibras: un concepto importante es el espaciamiento. Las fibras mejoran su participación en el concreto si están más cerca unas a otras, incrementando más la resistencia a la tracción y controlando mejor las fisuras.

- **Resistencia a la flexión:**

La influencia de las fibras en la resistencia a la flexión es mayor que en la compresión y en la tensión directa. Dos valores se distinguen normalmente, referido al esfuerzo de fisuración, correspondiente a la carga que origina la primera fisura y hace que la curva carga - deformación abandone su comportamiento lineal. El otro valor corresponde a la máxima carga registrada, llamada esfuerzo último de flexión o Módulo de Rotura.

2.5.2.2 Ventajas del concreto reforzado con fibras

Las fibras son elementos delgados y alargados, naturales o artificiales que se introducen en la mezcla del concreto como un refuerzo para evitar los agrietamientos que tienden a producirse por contracción de fragua y por cambios de temperatura, así como para mejorar algunas de sus propiedades como son: su impermeabilidad, su resistencia a los impactos y a la abrasión, su resistencia a la flexión, tenacidad, su resistencia al corte y su durabilidad.

Teniendo en cuenta que los pavimentos de concreto reforzado pueden ser pavimentos con refuerzo continuo, en los que la armadura cumple una función estructural; o pavimentos con acero de temperatura, en los que la armadura no cumple una función estructural, es posible considerar a los pavimentos con fibras como pavimentos reforzados en los que las fibras son colocadas para reemplazar el acero de temperatura, pero que pueden servir también para mejorar algunas propiedades estructurales del conjunto.

En el Perú generalmente se ha limitado el empleo de los pavimentos con acero de temperatura a la construcción de pisos industriales y de aeropistas. El más famoso pavimento urbano con acero de temperatura

se encuentra en la Av. Venezuela en la ciudad de Lima, el cual con una antigüedad cercana a los 65 años se conserva en buen estado, con excepción de algunas fallas tipo escalonamiento en las juntas de dilatación y la rotura típica de los bordes en las juntas de contracción.

Las primeras sugerencias en el sentido que las propiedades del concreto podían mejorarse con la adición de fibras de acero fueron hechas por Porter (1910) y Ficklen (1914) en el Reino Unido, pero no es sino hasta 1963 en que Romualdi y Batson ponen en evidencia la función en el concreto de las fibras metálicas como elementos inhibidores del agrietamiento.

La experiencia nacional en el uso de fibras ha estado tradicionalmente restringida al uso de fibras naturales para mejorar las propiedades del adobe y más recientemente al uso de fibras de madera mineralizada o de asbestos cementados para la fabricación de paneles y coberturas, más no así en la construcción de pavimentos donde poco a poco se viene industrializando su uso.

Aún no ha sido hallada la "fibra ideal" que pueda ser aplicada satisfactoriamente en todos los casos; sin embargo, dejando de lado el aspecto económico, es aceptado en general que las fibras de polipropileno sólo se emplean como inhibidoras del agrietamiento primario, mientras que las fibras de acero permiten en ciertos casos, mejorar las propiedades resistentes de las losas de concreto.

Otras ventajas de las fibras metálicas son su mayor resistencia a la abrasión y a los impactos y a la menor permeabilidad de las losas construidas con ellas.

Con excepción de algunos fabricantes de fibras metálicas, la recomendación general es la de no reducir los espesores ni aumentar los espaciamientos entre juntas por la incorporación de fibras. Sin embargo, la mejora en las propiedades resistentes prolongará evidentemente la vida de servicio del pavimento.

El contenido de fibras comúnmente usado para reforzar losas de pisos no incrementa esencialmente la resistencia a la flexión del concreto. La manera más fácil y económica de mejorarla es optimizando el contenido de cemento, la relación A/C, la naturaleza de los agregados y la forma de compactar y curar el concreto.

La principal función de las fibras con anclajes en sus extremos, es transformar la naturaleza del concreto simple, de quebradizo a tenaz, haciendo así posible tomar en cuenta una resistencia adicional.

Por lo expuesto, podemos mencionar que las principales del concreto reforzado con fibras, son:

- Superiores propiedades mecánicas; mayor resistencia a la flexión, tracción y cortante.

- Menor permeabilidad, que al evitar fisuraciones, hace que se obtenga un cuerpo en concreto más sano y menos susceptible a la penetración de agentes agresivos.
- Excelente resistencia a los impactos y fatigas.
- Ductibilidad.
- Mejora el comportamiento y estabilidad de las juntas.
- El ahorro en tiempo y costo en colocación y control del acero convencional.
- Las fibras pueden ser añadidas a la mezcla de concreto con mucha facilidad.
- Optimización de procesos y economía para la obra, en puntos como materiales, mano de obra, tiempo, que pueden ser simplificados con la aplicación de un pavimento fibroreforzado.

CAPITULO III

METODO

3.1 HIPÓTESIS GENERAL

Se tienen las siguientes tres hipótesis generales:

- El comportamiento de las curvas de resistencia f'_c en el tiempo bajo condiciones de curado en laboratorio, es igual tanto en concreto simple cemento-arena como en concreto cemento-arena reforzado con fibras.
- El Módulo de Rotura MR del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno es igual a: $MR = 2 \sqrt{f'_c}$.
- El Módulo de Elasticidad tanto del concreto cemento - arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno es igual a: $E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$.

Estas hipótesis se plantean bajo las condiciones de iguales tasas de fibras (25 Kg/m³ para las fibras de acero y 800 gr/m³ para las fibras de polipropileno), para los tres tipos de resistencia estudiados ($f'_c = 175, 210$ y 245 Kg/cm²).

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Nivel de investigación

En la investigación se utilizó el método descriptivo, analítico y experimental; porque se van a describir los resultados obtenidos en el laboratorio para determinar la asociación o relación de las variables en estudio, esto va a permitir aceptar o rechazar la hipótesis de investigación.

3.2.2 Diseño de investigación

La investigación pertenece al diseño experimental con el siguiente esquema: G X O, donde:

G = Grupo o muestra

X = Experimento

O = Observación de resultados

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población. La población estará conformada por las canteras de la ciudad de Iquitos, el cemento y las fibras de acero y polipropileno.

Muestra. La muestra estará conformada por las arenas de la cantera Chuquival (Km 13+200 de la carretera Iquitos-Nauta), el cemento Portland Argos Tipo I Co Plus+ u y las fibras de acero Wirand FF1 y FibroMac 12 de la empresa CICISA.

3.4 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La información necesaria para la realización del estudio se obtuvo mediante la observación directa por medio de los ensayos de laboratorio.

Para la elaboración del marco teórico del estudio se realizó el análisis de documentos y el uso de internet con el propósito de constatar y complementar los datos.

3.5 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 Elección del agregado

Se determinó investigar con agregado fino procedente de la cantera Chuquival ubicada en el Km. 13+200 de la carretera Iquitos - Nauta. Se seleccionó esta cantera por ser la más aprovechada para las obras de gran infraestructura, explotada actualmente en gran volumen para las construcciones de la ciudad de Iquitos, por lo tanto resulta ser muy representativa.

3.5.2 Estudio del agregado fino

Para la evaluación del agregado fino se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

Análisis granulométrico

El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la Normas ITINTEC 400.037. Es recomendable tener en cuenta lo siguiente:

- La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con los valores retenidos en mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 de la serie de Tyler.
- El agregado no deberá retener más de 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.

Peso volumétrico y compactado

Se realizaron de acuerdo a la NTP para determinar los pesos volumétricos del agregado en condición suelto y compactado.

Gravedad específica y absorción

Se realizó según NTP, donde el peso específico del agregado es un indicador de calidad, ya que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que para bajos valores generalmente corresponden a agregados absorbentes y débiles.

La absorción se puede definir que es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar la condición seca a la condición de saturado superficialmente seco.

3.5.3 Elección de las fibras

Se determinó investigar con fibras de acero Wirand FF1 y de polipropileno FibroMac 12, procedentes ambas de la empresa CICISA de la ciudad de Iquitos, la cual donó todos los materiales para el presente trabajo de investigación.

3.5.4 Diseño de mezcla

Para el diseño de mezcla se siguió el método del ACI con relaciones $w/c = 0.68, 0.58, 0.53$; para resistencias características de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2, 210 \text{ kg/cm}^2, 245 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. En estos concretos se debía cumplir con un asentamiento de 2" a 3".

Para el caso de diseño de mezcla del concreto cemento – arena reforzado con fibras se utilizaron las mismas relaciones w/c del concreto cemento – arena simple. Cabe recalcar, que para $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2, 210 \text{ kg/cm}^2, 245 \text{ kg/cm}^2$ se utilizaron 25 kg/m^3 para las fibras de acero y 800 gr/m^3 para el caso de las fibras de polipropileno, manteniéndose invariable estas tasas en las tres calidades de concreto.

Por cada tanda de probetas fabricadas se realizó la corrección en el contenido de humedad del agregado fino para controlar la cantidad de agua que debía tener la mezcla y pueda así cumplir con el asentamiento requerido.

3.5.5 Ensayos de consistencia

Se procedió a realizar ensayos de consistencia a fin de verificar el asentamiento requerido en el diseño de mezcla de cada resistencia.

Para este ensayo se empleó el cono de Abrams, procediendo a llenar el recipiente en tres capas de igual volumen. Cada capa fue chuseada mediante 25 golpes en forma concéntrica de adentro hacia afuera, con una barra de acero liso de $5/8"$. Una vez lleno y enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente; para luego medir el asentamiento que sufrió la mezcla con respecto a la altura del cono, dando como resultado 2" a 3" de asentamiento.

3.5.6 Muestra y elaboración de probetas y vigas

Para la ejecución de la etapa experimental se prepararon 93 especímenes: 78 probetas de concreto de 6" de diámetro por 12" de altura y 15 vigas de concreto de 6" de diámetro por 6" de altura, siguiendo las especificaciones de la norma ASTM C39 y su curado de acuerdo a la norma ASTM C31.

- **Muestra del concreto**

El mezclado de los materiales para el concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras se realizó en trompo eléctrico y trompo a motor.

Para el estudio de cada diseño se realizó una tanda para todas las probetas, para garantizar que las pruebas tengan la mínima dispersión.

- **Moldeado de probetas y vigas**

Se seleccionó un sitio apropiado, con superficie horizontal y plana, libre de vibración y bajo techo.

Antes del moldeado se verificó los dispositivos de cierre de moldes y que las juntas estén bien selladas, para evitar escape de la muestra a través de ellas. De igual manera se limpió el interior de los moldes verificando que no haya elementos extraños; finalmente, para desmoldar se aplicó una ligera capa de petróleo en el interior del molde.

El concreto cemento-arena con fibras y sin fibras fue colocado en moldes en tres capas iguales. Cada capa fue chuseada mediante la aplicación de 25 golpes, de la barra de acero liso de 5/8", en forma concéntrica de adentro hacia afuera, cada molde se golpeó ligeramente con un martillo de goma, para evitar vacíos que eventualmente podrían producirse. Procediendo luego a enrasarla con la misma varilla de acero liso, la superficie terminada fue plana, horizontal y uniforme. Las probetas y vigas fueron retiradas de los moldes a las 24 horas de fabricación.

3.5.7 Curado de probetas y vigas

Para la identificación de cada resistencia se empleó plumón indeleble, para así no dañar la superficie de las probetas y vigas. Inmediatamente después de desmoldadas, las probetas y vigas fueron sumergidas en la poza de agua, cubriendo completamente todas las caras. Las probetas se curaron durante 3, 7, 14, 28 y 60 días de manera continua con agua potable.

CAPITULO IV

PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS DEL CONCRETO FRESCO

4.1.1 Trabajabilidad y consistencia.

Del concreto cemento-arena reforzado con fibras de acero y polipropileno se puede apreciar una clara influencia de las fibras en la trabajabilidad del concreto fresco, observándose un aumento de la consistencia de la mezcla a medida que aumentaba el porcentaje de fibras adicionado. Cabe recalcar, que a medida que se aumenta la cantidad de fibra adicionada a la mezcla de concreto, el asentamiento es menor. Por ello, se puede concluir, que existe una proporcionalidad inversa entre la cantidad de fibra adicionada y el asentamiento; es decir, a mayor cantidad de fibra adicionada, menor será el asentamiento.

Todos los ensayos realizados estuvieron dentro del rango de consistencia (2" a 3") de acuerdo al diseño de mezclas.

En el caso del concreto cemento-arena reforzado con fibras, el peso unitario del concreto fue incrementándose ligeramente.

4.1.2 Contenido de aire

Existen tres métodos para medir el contenido de aire total en el concreto fresco: gravimétrico, volumétrico y de presión.

En el presente trabajo de investigación el método utilizado para determinar el contenido de aire fue el de presión, el cual se efectuó en el laboratorio de ensayo de materiales de SENCICO – Lima, dando como resultado el 8.5% de contenido de aire (Equipo Washington).

4.1.3 Peso unitario

En el caso del concreto cemento-arena reforzado con fibras, el peso unitario del concreto fue incrementándose.

Procedimiento

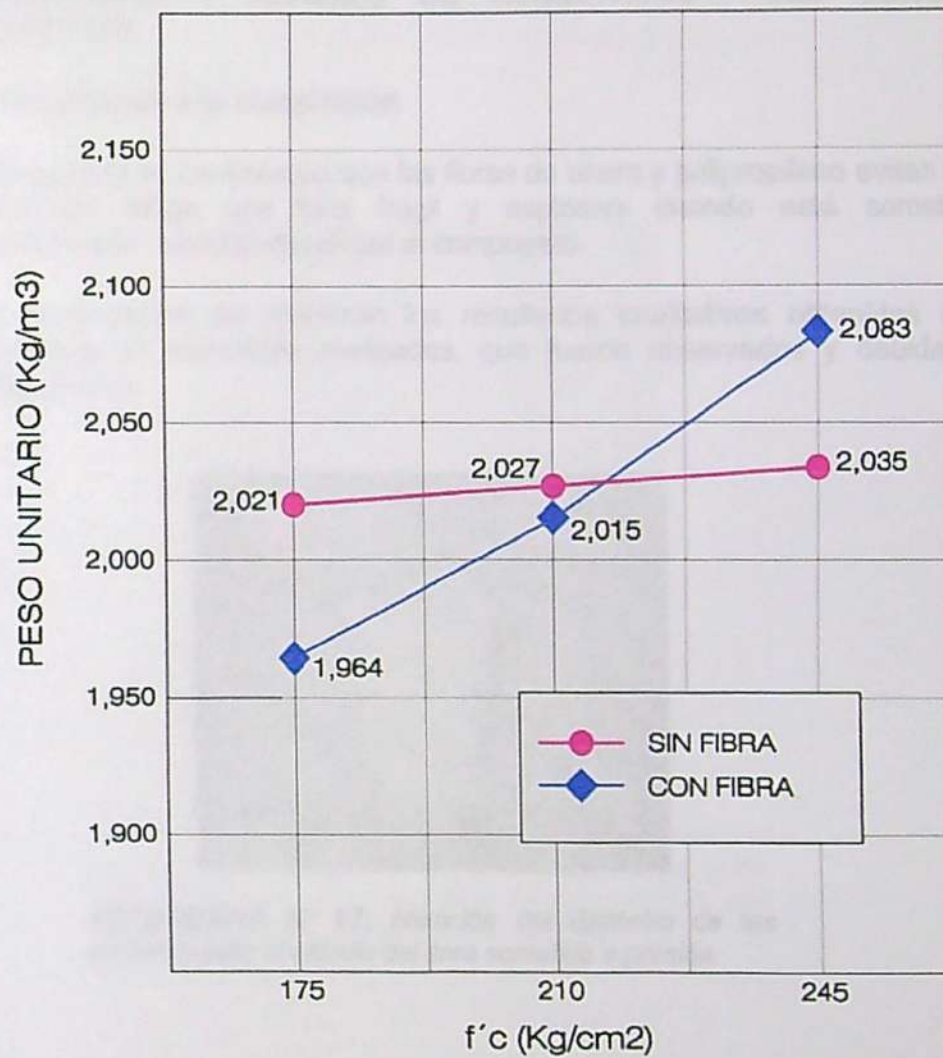
Se llena la tercera parte del recipiente y se chusea el concreto con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie y luego dar golpes con el martillo de goma. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes en forma de espiral y dar de 10 a 15 golpes con el martillo de goma. Llenar hasta rebosar y compactar 25 veces con la barra compactadora y nuevamente dar

golpes con el martillo de goma, el concreto excedente se elimina usando la varilla de acero liso y luego se pesa el recipiente lleno.

Equipos y accesorios

- Barra compactadora, recta de acero, lisa de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 600 mm (24") de largo, con un extremo redondeado con forma de punta semiesférica.
- Recipiente cilíndrico de metal cuya capacidad depende del tamaño máximo del agregado.

Gráfico N° 01: Evolución comparativa del peso unitario del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno, $f'c=175$ kg/cm², $f'c=210$ kg/cm², $f'c=245$ kg/cm²



Para el caso del concreto reforzado con fibras, vemos que el peso unitario del concreto fresco aumenta, incrementándose su peso a razón de 59.5 Kg por cada 35 Kg/cm² de calidad estructural ($f'c$). En tanto que sin fibras el peso unitario fresco tiende a mantenerse casi uniforme mostrando una muy ligera

tendencia a incrementarse conforme aumenta la calidad estructural del concreto, a razón de 7 Kg de peso por cada 35 Kg/cm² de calidad estructural ($f'c$), lo cual representa una variación pequeña. Concluimos que el peso unitario del concreto fresco aumenta conforme se incrementa el $f'c$, independientemente que contenga fibras o no, y que esta variación es más notoria en el caso del concreto reforzado con fibras.

Estos resultados son muy importantes porque se sabe que al aumentar el peso del concreto, también aumentan y se mejoran sus propiedades mecánicas, y viceversa.

El peso unitario promedio de los 6 valores mostrados en el Gráfico N° 01, resulta ser 2,024 Kg/m³, para el concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras.

4.2 PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS DEL CONCRETO ENDURECIDO

4.2.1 Resistencia a la compresión

Se apreció en los ensayos que las fibras de acero y polipropileno evitan que el concreto tenga una falla frágil y explosiva cuando está sometido a compresión, dándole ductilidad al compuesto.

A continuación se muestran los resultados cualitativos obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados, que fueron observados y debidamente registrados:



FOTOGRAFÍA N° 17: Medición del diámetro de las probetas para el cálculo del área sometida a presión.



FOTOGRAFÍA N° 18: En la foto puede apreciarse la forma de rotura (falla) que sufrieron las probetas con concreto cemento – arena simple sin refuerzo de fibras. Se trata de una falla explosiva sin generación de grandes deformaciones.



FOTOGRAFÍA N° 19: Falla típica de una probeta de concreto cemento – arena simple sin refuerzo de fibras. Se trata de una falla explosiva de tipo cortante con desprendimiento de la superficie de concreto.



FOTOGRAFÍA N° 20: Vista de otra probeta de concreto cemento – arena simple sin refuerzo de fibras que ha fallado por rotura en su base.



FOTOGRAFÍA N° 21: En la foto puede apreciarse que la probeta con concreto cemento – arena simple sin refuerzo de fibras presenta una falla por aplastamiento en compresión al ser sometida a presión uniaxial.



FOTOGRAFÍA N° 22: En la foto puede apreciarse que una probeta de concreto cemento – arena reforzada con fibras presenta agrietamiento al ser sometida a compresión, agrietamiento que sin embargo es controlado por las fibras de acero. La falla no es del tipo frágil, sino del tipo dúctil.



FOTOGRAFÍA N° 23: En la foto puede apreciarse de forma más notoria la forma de rotura que sufrieron las probetas con concreto cemento – arena reforzadas con fibras. Nótese que no hay fallas del tipo explosivas.



FOTOGRAFÍA N° 24: Vista de probetas reforzadas con fibras luego de ser sometidas al ensayo de compresión. Nótese que las probetas no muestran fallas violentas, sino más bien, su falla ha ido acompañada con el desarrollo de deformaciones, habiendo sido controladas las fisuras por las fibras de acero que fueron adicionadas.



FOTOGRAFÍA N° 25: Nótese la falla del tipo dúctil en una probeta de concreto cemento-arena reforzada con fibras de acero y de polipropileno. Nótese la acción de las fibras de contener la falla y retardar la aparición de fisuras.

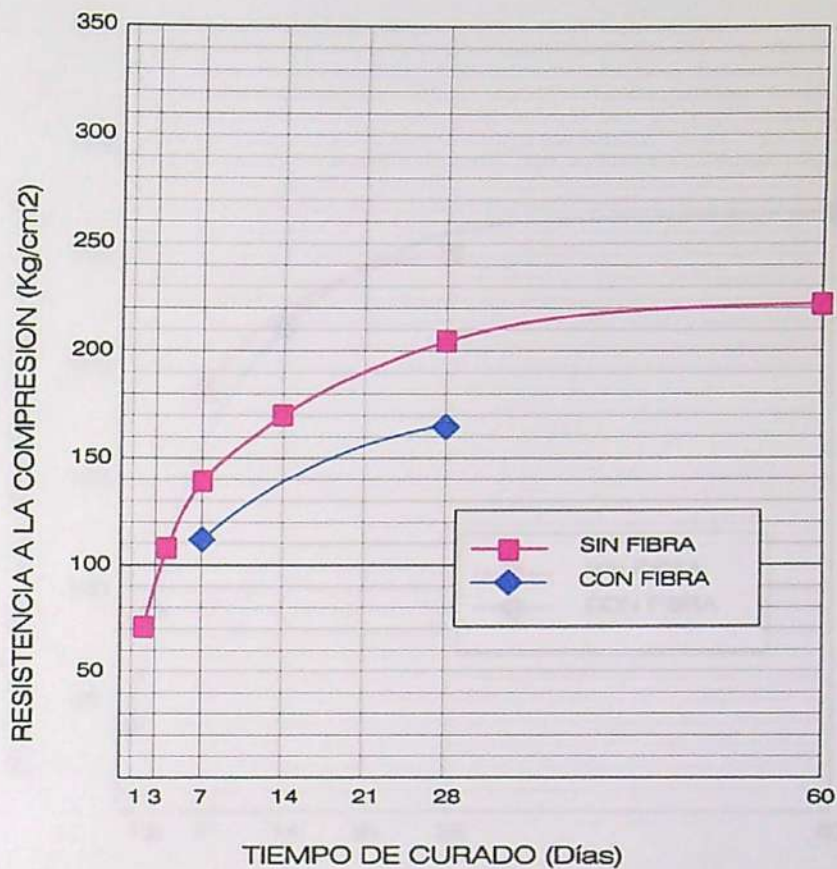
Figura N° 22. Resultados comparativos entre la resistencia a la compresión
de probetas de concreto de cemento-arena reforzadas con fibras de acero y polipropileno. 10
a 28 días.



FOTOGRAFÍA N° 26: Otra falla del tipo dúctil en una probeta de concreto cemento-arena reforzada con fibras de acero y de polipropileno. Nótese el poco desprendimiento del concreto.

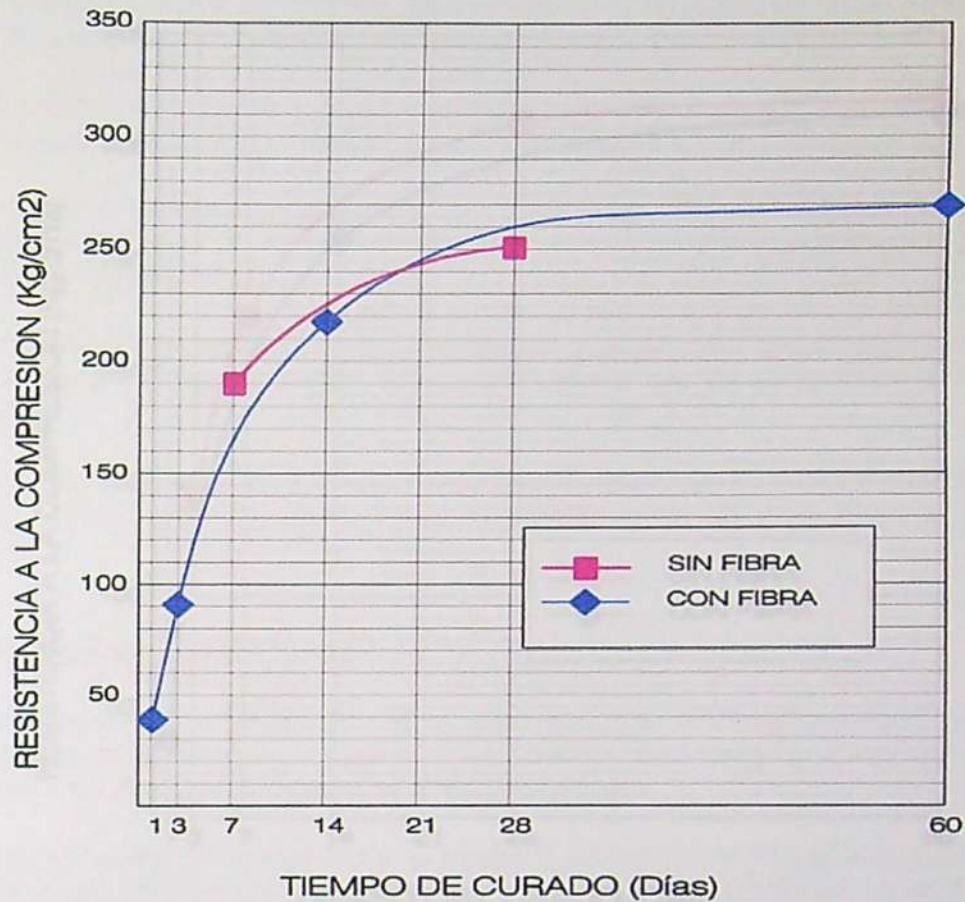
El Gráfico N° 22 muestra de manera comparativa los dos diferentes
resultados a la compresión del concreto cemento-arena simple y reforzado
con fibras de acero y polipropileno de calidad estructural ($f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$),
elaborado con cemento tipo I (Co Fluz). Se observa que a los 28 días
de curado, el concreto cemento-arena simple alcanzó un valor del 117% del
 f_c de diseño, es decir 204 kg/cm^2 más de lo diseñado, mientras que el concreto
reforzado con fibras de acero y polipropileno alcanzó 94% del
 f_c de diseño, 164 kg/cm^2 menos de lo diseñado. Nótese además que a lo largo
de los meses el comportamiento del concreto sin fibras se mejoró que el
comportamiento del concreto con fibras alcanzando el desarrollo de resistencia
de diseño.

Gráfico N° 02 : Evolución comparativa del ensayo de resistencia a la compresión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno, $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$



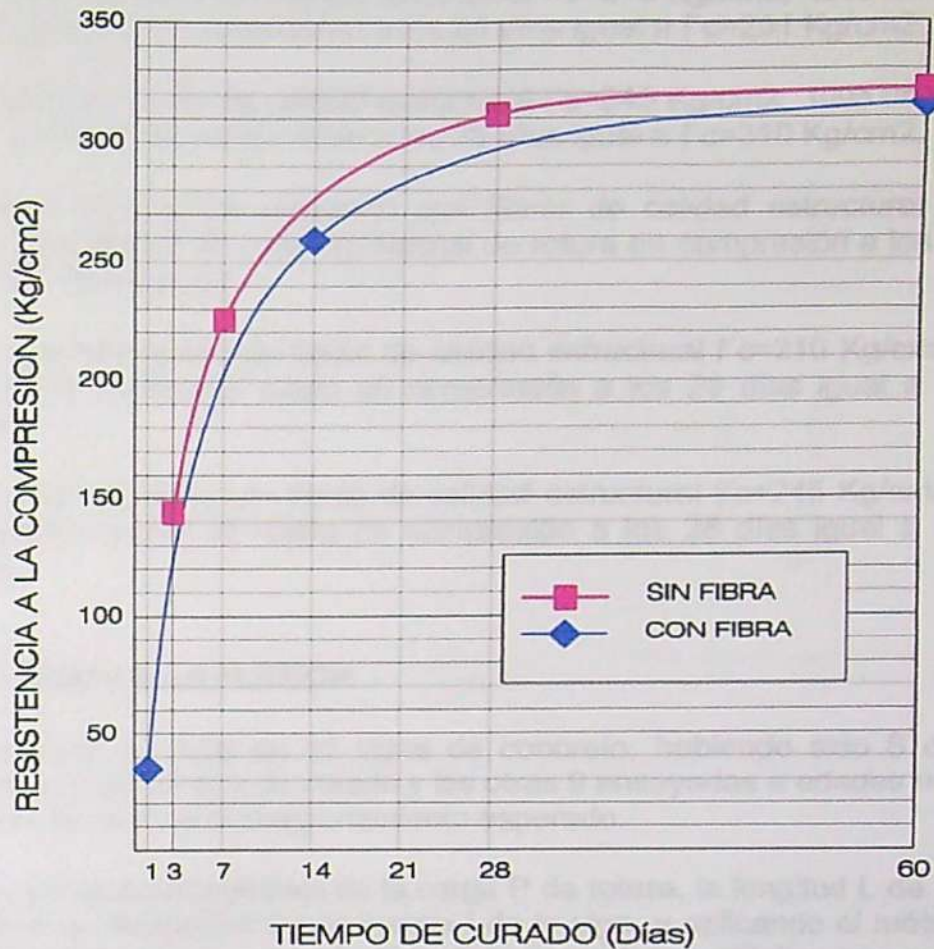
El Gráfico N° 02 presenta de manera comparativa las dos diferentes resistencias a la compresión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno de calidad estructural $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con cemento Argos Tipo I Co Plus+. Se aprecia que a los 28 días de curado, el concreto cemento-arena simple alcanzó un valor del 117% del f_c , es decir, tiene 29 kg/cm^2 más de lo diseñado; mientras que el concreto cemento-arena reforzado con fibras de acero y polipropileno alcanzó 94% del f_c , es decir, 10 kg/cm^2 menos de lo diseñado. Nótese además que a lo largo de las curvas el comportamiento del concreto sin fibras es mejor que el comportamiento del concreto con fibras en cuanto al desarrollo de resistencia se refiere.

Gráfico N° 03 : Evolución comparativa del ensayo de resistencia a la compresión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$



El Gráfico N° 03 presenta de manera comparativa las dos diferentes resistencias a la compresión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno de calidad estructural $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con cemento Argos Tipo I Co Plus+. Se aprecia que a los 28 días de curado, el concreto cemento-arena simple alcanzó un valor del 120% del f_c , es decir, tiene 41 kg/cm^2 más de lo diseñado; mientras que la curvatura del concreto cemento-arena reforzado con fibras de acero y polipropileno alcanzó 124%, es decir, 50 kg/cm^2 , más de lo diseñado. Se aprecia que hasta los 19 días de curado el concreto sin fibras tiene un mejor comportamiento que el concreto con fibras. Sin embargo, a edades mayores a 19 días, el concreto con fibras tiene un mejor comportamiento que el concreto sin fibras en cuanto a la resistencia compresiva se refiere.

Gráfico N° 04 : Evolución comparativa del ensayo de resistencia a la compresión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno, $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$



El Gráfico N° 04 presenta de manera comparativa las dos diferentes resistencias a la compresión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno de calidad estructural $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con cemento Argos Tipo I Co Plus+. Se aprecia que a los 28 días, el concreto cemento-arena simple alcanzó un valor del 127% del f_c , es decir, tiene 65 kg/cm^2 más de lo diseñado; mientras que la curvatura del concreto cemento-arena reforzado con fibras de acero y polipropileno alcanzó 107% del f_c , es decir, 18 kg/cm^2 , más de lo diseñado. Nótese además que el comportamiento del concreto sin fibras es ligeramente mejor que el comportamiento del concreto con fibras.

En los gráficos 2, 3, 4 se aprecia que bajo la acción de esfuerzos de compresión, el concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en ciertos casos muestra un ligero aumento, disminución o mantiene la resistencia comparado con el concreto simple, mostrando en general una tendencia a tener resistencias algo menores pero que sin embargo cumplen con la varianza esperada de $\pm 35 \text{ Kg/cm}^2$.

Es así que los resultados experimentales anteriores han determinado que el concreto sin fibras de calidad estructural $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, tuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=204 \text{ Kg/cm}^2$.

El concreto sin fibras de calidad estructural $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, tuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=251 \text{ Kg/cm}^2$.

El concreto sin fibras de calidad estructural $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$, tuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=310 \text{ Kg/cm}^2$.

En cuanto al concreto reforzado con fibras de calidad estructural $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, se obtuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=165 \text{ Kg/cm}^2$.

El concreto reforzado con fibras de calidad estructural $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, tuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=238 \text{ Kg/cm}^2$.

El concreto reforzado con fibras de calidad estructural $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$, tuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=288 \text{ Kg/cm}^2$.

4.2.2 RESISTENCIA A LA FLEXION

Se ensayaron un total de 15 vigas de concreto, habiendo sido 6 de ellas ensayadas a los 28 días de curado y las otras 9 ensayadas a edades menores a efectos de verificar el comportamiento esperado.

Con los datos experimentales de la carga P de rotura, la longitud L de la viga, el módulo de elasticidad E y la inercia I de la viga, y aplicando el método del diagrama de momentos, se calculó la deflexión máxima elástica que ocurrió al centro de luz, con la siguiente fórmula en el instante en que ocurrió la falla:

$$\Delta = \frac{23 P \cdot L^3}{1,296 E \cdot I}$$

No se realizó la medición en laboratorio de dicha deflexión por no contarse con el equipo adecuado. De haberse contado con dicho equipo, se pudiera haber obtenido la tenacidad de concreto, que viene a ser el área de la curva fuerza-deflexión.

A continuación se muestran los diagramas de fuerza cortantes, diagramas de momento flector, los esfuerzos de rotura M_R y las deflexiones obtenidas en los ensayos para concretos sin piedra de calidad estructural $f'c = 175, 210$ y 245 Kg/cm^2 , sin refuerzo de fibras de ningún tipo:

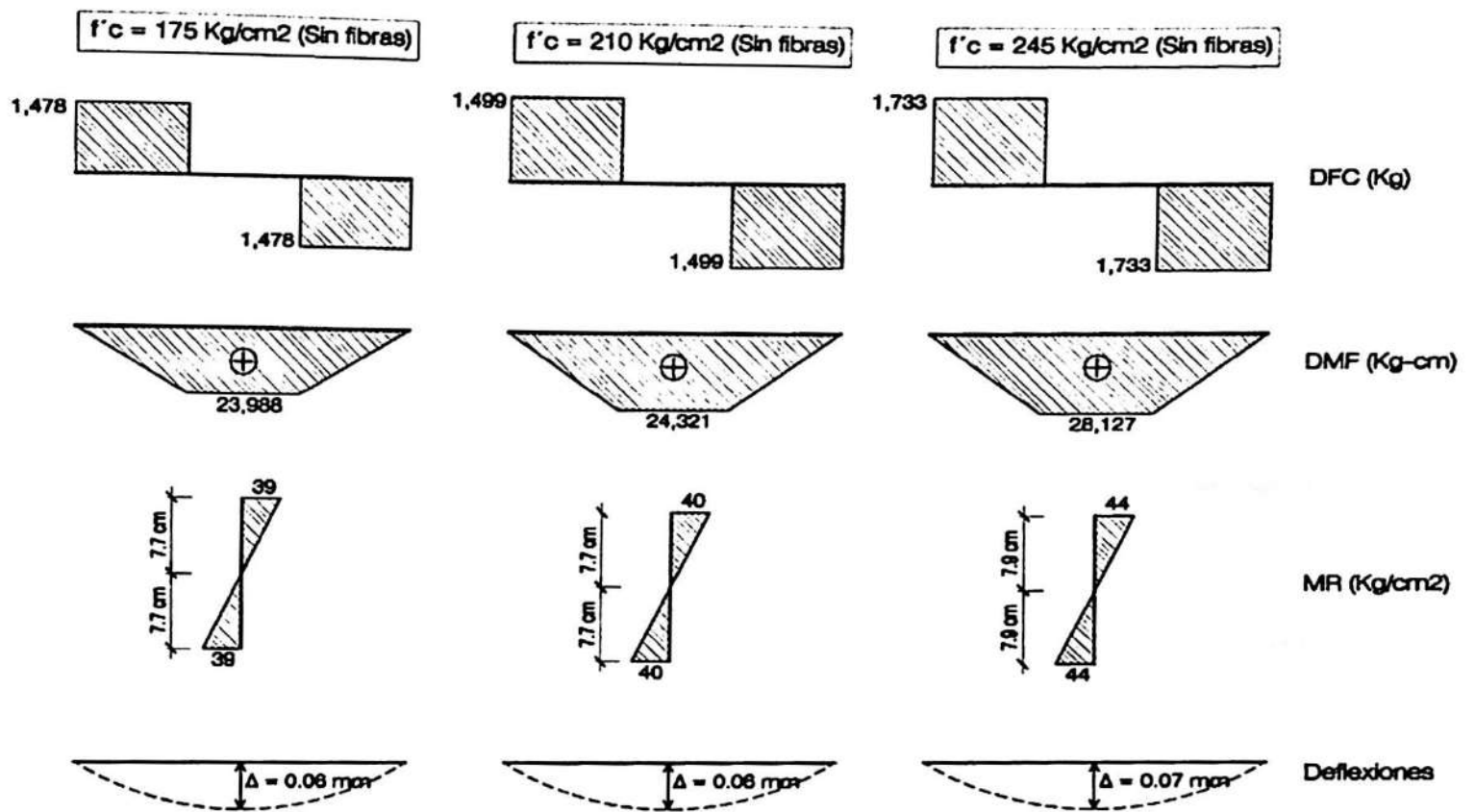


FIGURA N° 09: Resultados de la prueba de flexión en vigas sin adición de fibras de refuerzo.

A continuación se muestran los diagramas de fuerza cortantes, diagramas de momento flector, los esfuerzos de rotura MR y las deflexiones obtenidas en los ensayos para concretos de calidad estructural $f'_c = 175, 210$ y 245 Kg/cm², con adición de fibras de acero Wirand FF1 y de polipropileno Fibromac 12:

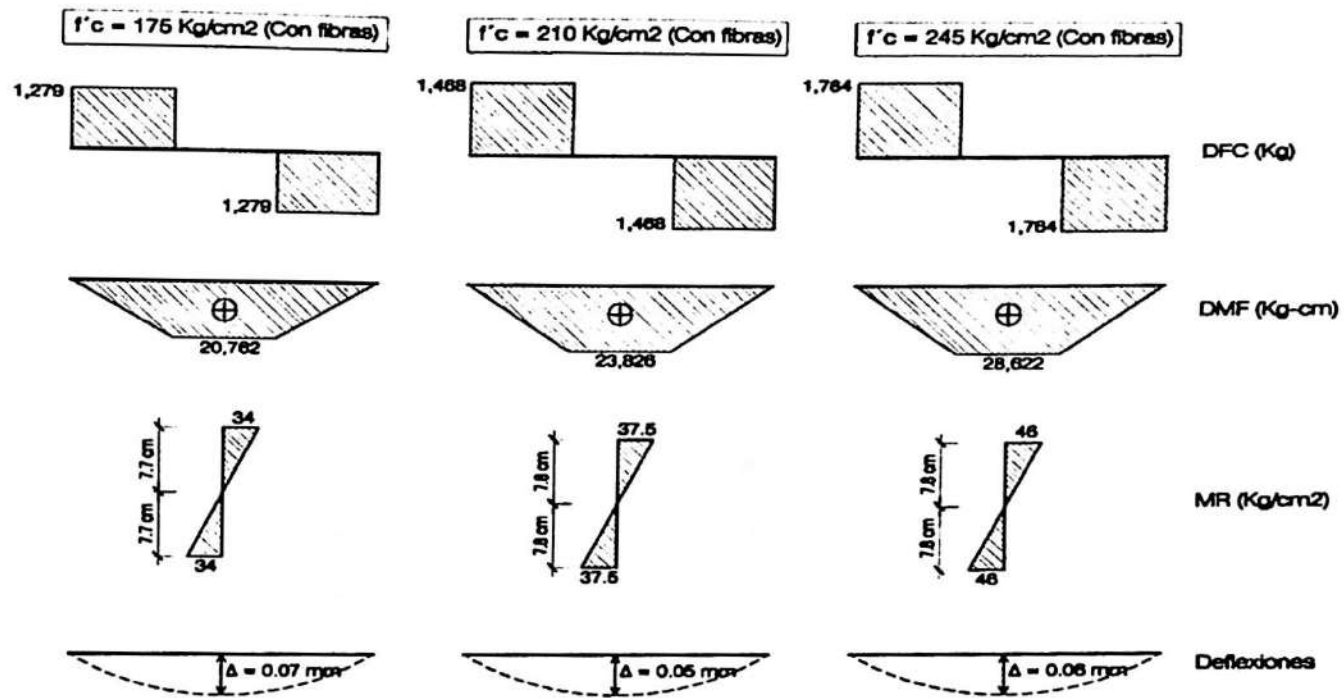


FIGURA N° 10: Resultados de la prueba de flexión en vigas con adición de fibras de refuerzo.

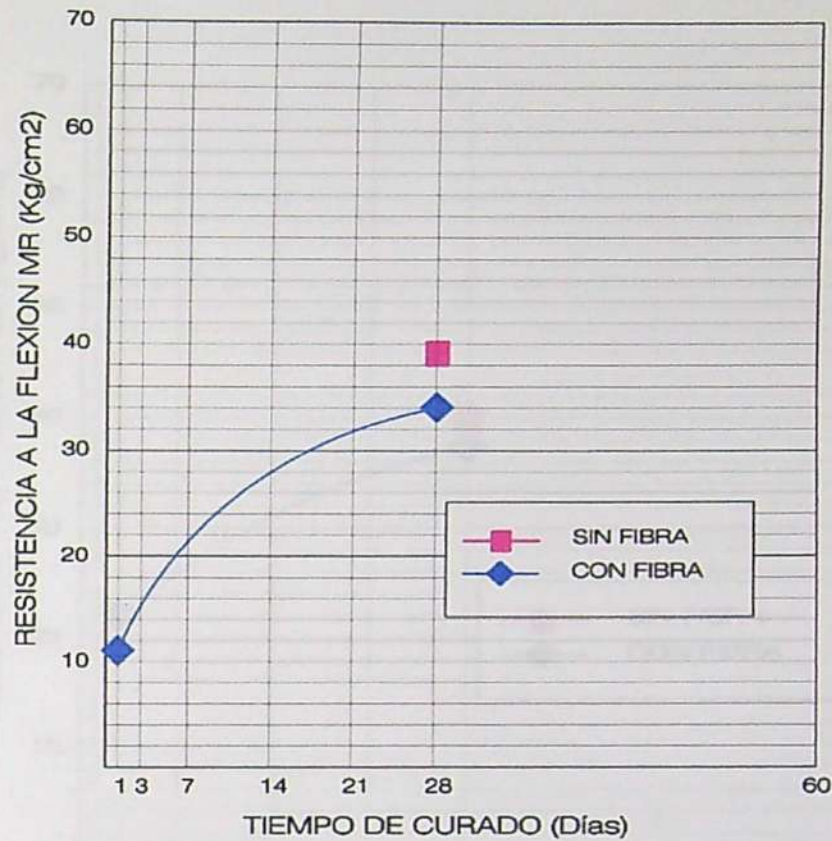
Se reitera el hecho que la deflexión fue obtenida de manera indirecta, pero representa un valor muy confiable pues se calculó en base a valores 100% experimentales.

Las cargas que se aplican a la viga ensayada producen esfuerzos de flexión y compresión, pero mientras que los esfuerzos de compresión son pequeños en comparación con la resistencia compresiva del concreto ($f'c$), los esfuerzos de flexión que se generan son similares o se acercan al módulo de rotura (MR), constituyendo esta la condición crítica.

Los pavimentos de concreto se diseñan pues a la flexión y no a la compresión.

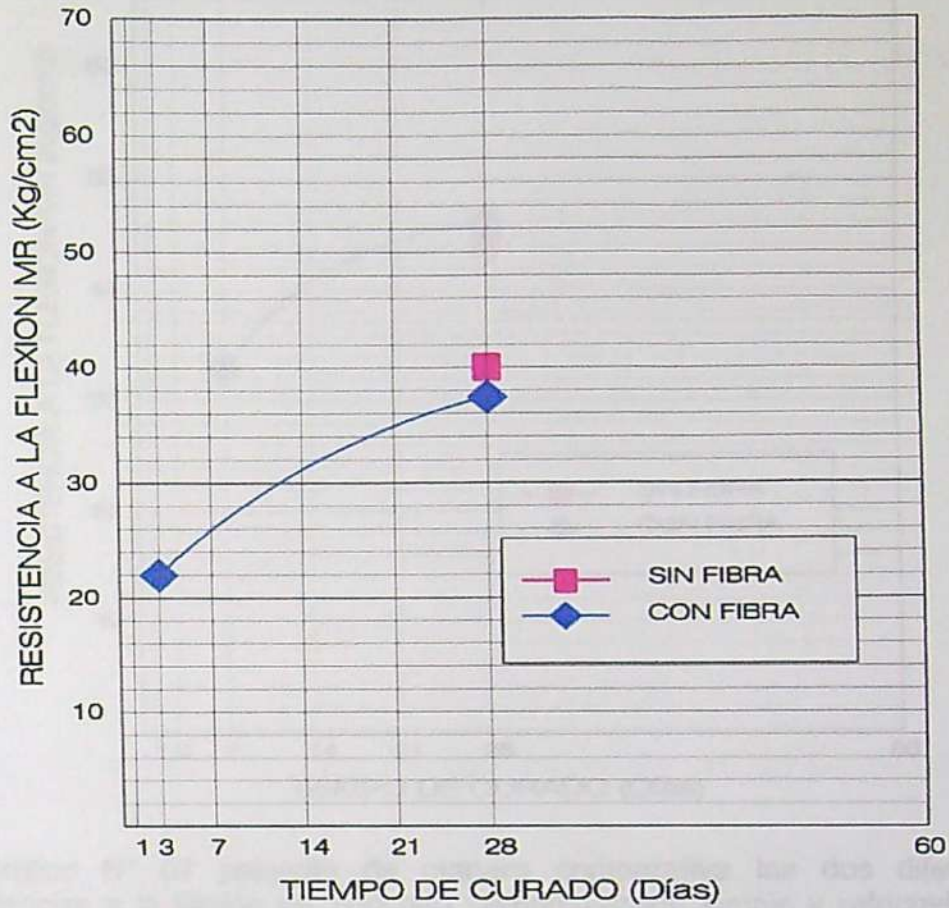
Con el objeto de obtener los valores del Módulo de Rotura (MR) en función a la resistencia a la compresión, se usan relaciones experimentales del tipo: $MR = K f'c$; ó: $MR = K \sqrt{f'c}$. La norma nacional adopta el segundo caso.

Gráfico N° 05 : Evolución comparativa del ensayo de resistencia a la flexión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$



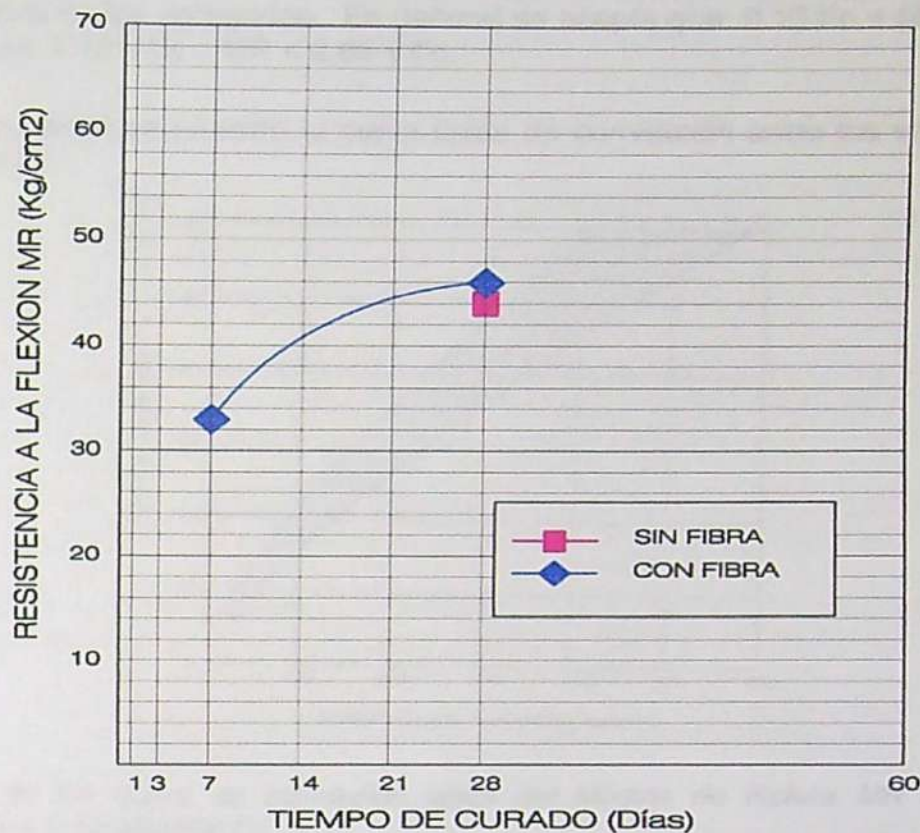
El Gráfico N° 05 presenta de manera comparativa las dos diferentes resistencias a la flexión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno de calidad estructural $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con cemento Argos Tipo I Co Plus+. En la obtención de las fórmulas para el Módulo de Rotura se deberán usar los $f'c$ obtenidos experimentalmente, que son $f'c=204 \text{ Kg/cm}^2$ sin fibras y $f'c=165 \text{ Kg/cm}^2$ con fibras. El gráfico nos muestra que a los 28 días, el concreto sin fibras presenta un Módulo de Rotura igual a: $MR = 0.19 f'c$ ó $MR = 2.73 \sqrt{f'c}$; en tanto que con la adición de fibras el Módulo de Rotura es igual a: $MR = 0.21 f'c$ ó $MR = 2.65 \sqrt{f'c}$.

Gráfico N° 06 : Evolución comparativa del ensayo de resistencia a la flexión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno, $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$



El Gráfico N° 06 presenta de manera comparativa las dos diferentes resistencias a la flexión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno de calidad estructural $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con cemento Argos Tipo I Co Plus+. En la obtención de las fórmulas para el Módulo de Rotura se deberán usar los f_c obtenidos experimentalmente, que son $f_c=251 \text{ Kg/cm}^2$ sin fibras y $f_c=238 \text{ Kg/cm}^2$ con fibras. El gráfico indica que a los 28 días, el concreto sin fibras presenta un Módulo de Rotura igual a: $MR = 0.16 f_c$ ó $MR = 2.52 \sqrt{f_c}$; en tanto que con la adición de fibras el Módulo de Rotura es igual a: $MR = 0.16 f_c$ ó $MR = 2.43 \sqrt{f_c}$.

Gráfico N° 07 : Evolución comparativa del ensayo de resistencia a la flexión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno, $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$



El Gráfico N° 07 presenta de manera comparativa las dos diferentes resistencias a la flexión del concreto cemento-arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno de calidad estructural $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con cemento Argos Tipo I Co Plus+. En la obtención de las fórmulas para el Módulo de Rotura se deberán usar los f_c obtenidos experimentalmente, que son $f_c=310 \text{ Kg/cm}^2$ para el caso sin fibras y $f_c=288 \text{ Kg/cm}^2$ para el caso con fibras. El gráfico nos muestra que a los 28 días, el concreto sin fibras presenta un Módulo de Rotura igual a: $MR = 0.14 f_c$ ó $MR = 2.50 \sqrt{f_c}$; en tanto que con la adición de fibras el Módulo de Rotura es igual a: $MR = 0.16 f_c$ ó $MR = 2.71 \sqrt{f_c}$.

Vemos comportamientos similares y convergentes tanto para el caso del concreto sin fibras como para el caso del concreto con fibras.

En el caso del concreto sin fibras se obtienen los siguientes valores promedios: $MR = 0.16 f_c$ ó $MR = 2.58 \sqrt{f_c}$; en tanto que con la adición de fibras el Módulo de Rotura promedio es igual a: $MR = 0.18 f_c$ ó $MR = 2.60 \sqrt{f_c}$.

Finalmente, como vemos que con o sin fibras la tendencia es aún a converger a un mismo valor, planteamos los siguientes valores promedios finales: $MR = 0.17 f_c$ ó $MR = 2.59 \sqrt{f_c}$, ecuaciones que vienen a ser las finalmente obtenidas experimentales en la presente investigación científica.

La literatura de pavimentos rígidos señala que estas correlaciones experimentales se ven afectadas por el tipo de cemento que se use y por la naturaleza de los agregados. En general se acepta que: $0.10 f'c < MR < 0.17 f'c$, o que: $2.12 \sqrt{f'c} < MR < 2.65 \sqrt{f'c}$.

A continuación se muestra la curva típica de correlación entre los valores de MR y el $f'c$.

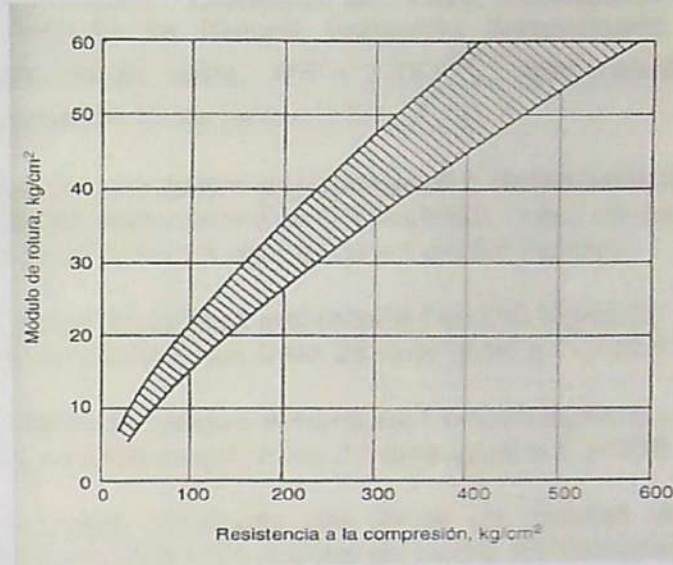


FIGURA N° 11: Curva de correlación típica del Módulo de Rotura MR versus la resistencia a la compresión $f'c$.

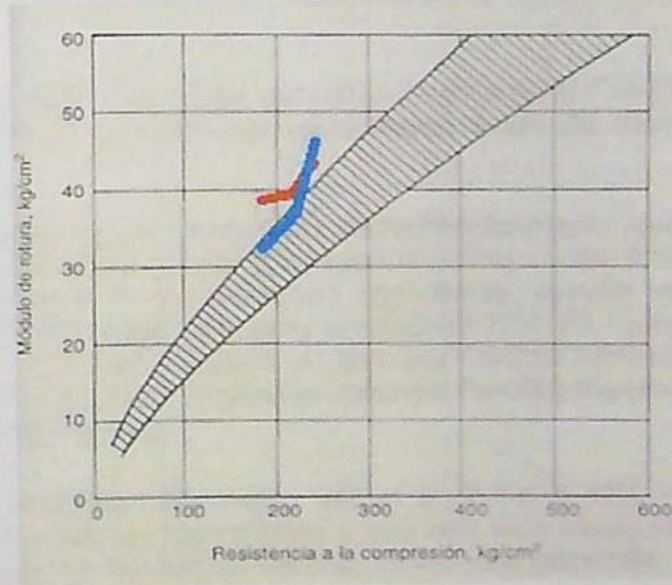


FIGURA N° 12: Resultados de MR obtenidos a partir de las fórmulas de MR de la forma $MR = K \sqrt{f'c}$ obtenidas experimentalmente. En color rojo se muestra el concreto cemento-arena sin refuerzo de fibras y en color azul se muestra el concreto cemento-arena reforzado con fibras.

Los valores obtenidos en la presente Tesis son conformes pues cumplen con los rangos típicos mencionados anteriormente de: $0.10 f'c < MR < 0.17 f'c$, o: $2.12 \sqrt{f'c} < MR < 2.65 \sqrt{f'c}$.

Dávila Panduro, David & Vargas Rojas, Eric J. (2006) en su Tesis titulada: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena, utilizando agregado fino de la cantera Boca Negra del sector de Peña Negra, distrito de San Juan Bautista", realizada en la Universidad Particular de Iquitos, hoy Universidad Científica del Perú, efectuaron ensayos para la obtención del Módulo de Rotura, habiendo determinado que un modelo matemático aproximado sería: $MR = 2.33\sqrt{f'c}$, que resulta ser menor al obtenido en la presente Tesis ($MR = 2.59\sqrt{f'c}$).

Recordemos que los resultados experimentales determinaron que el concreto sin fibras de calidad estructural $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, tuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=204 \text{ Kg/cm}^2$.

El concreto sin fibras de calidad estructural $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, tuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=251 \text{ Kg/cm}^2$.

El concreto sin fibras de calidad estructural $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$, tuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=310 \text{ Kg/cm}^2$.

En cuanto al concreto reforzado con fibras de calidad estructural $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, se obtuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=165 \text{ Kg/cm}^2$.

El concreto reforzado con fibras de calidad estructural $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, tuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=238 \text{ Kg/cm}^2$.

El concreto reforzado con fibras de calidad estructural $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$, tuvo un esfuerzo normal de rotura en compresión a los 28 días igual a $f'c=288 \text{ Kg/cm}^2$.

En vista que se acaba de demostrar experimentalmente que los Módulos de Rotura MR tienden a converger a un mismo y único valor independientemente que el concreto esté o no reforzado con fibras, resulta válido usar un $f'c$ promedio de ambos casos, que para el caso del $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, sería: $f'c=1/2 \times (204 + 165) = 185 \text{ Kg/cm}^2$; para el caso del $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, sería: $f'c=1/2 \times (251 + 238) = 245 \text{ Kg/cm}^2$; y para el caso del $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$, sería: $f'c=1/2 \times (310 + 288) = 299 \text{ Kg/cm}^2$.

Aplicando las fórmulas obtenidas: $MR = 0.17 f'c$ ó $MR = 2.59 \sqrt{f'c}$, a los valores de $f'c$ usuales en los diseños y que han sido evaluados en la presente Tesis, obtenemos los siguientes valores numéricos para MR:

Cuadro N° 03: Cálculo numérico de los valores del Módulo de Rotura (MR) usando las fórmulas obtenidas experimentalmente

$f'c$ (Kg/cm ²)	$MR = 0.17 f'c$ (Kg/cm ²)	$MR = 2.59 \sqrt{f'c}$ (Kg/cm ²)
175 (Usar 185)	31.45	35.23
210 (Usar 245)	41.65	40.54
245 (Usar 299)	50.83	44.79

La empresa Macaferri que provee las fibras Wirand FF-1 y Fibromac 12, en sus diseños de pavimentos rígidos usando el software Pave 2008, considera $MR = 30.58 \text{ Kg/cm}^2$ para un $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Notamos que los valores que hemos obtenido ($MR = 41.65 \text{ Kg/cm}^2$ ó $MR = 40.54 \text{ Kg/cm}^2$) al aplicar las fórmulas deducidas experimentalmente en la presente Tesis para un concreto de esa misma calidad estructural ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$), son, con para ambas fórmulas, superiores al usado por Macaferri ($MR = 30.58 \text{ Kg/cm}^2$), lo cual es conforme pues indicaría que la metodología de cálculo de pavimentos usada por esta empresa (Software Pave 2008) es conservadora y segura.

El numeral 4.3.2 de la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos aprobada mediante Decreto Supremo N° 001-2010-VIVIENDA de fecha 13.Ene.2010, exige como requisito mínimo para el diseño de pavimentos rígidos un Módulo de Rotura igual a: $MR \text{ mín} = 34 \text{ Kg/cm}^2$.

Los resultados de la presente Tesis que se muestran en el Cuadro N° 03 indican que un concreto de calidad estructural $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ sin fibras no cumpliría esta condición, y que un concreto de esta misma calidad estructural pero reforzado con fibras cumpliría esta condición de manera muy ajustada.

Recién los concretos de calidad estructural $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con o sin fibras estarían cumpliendo con el $MR \text{ mín}$ reglamentario de manera segura, ya que obtenemos valores de MR superiores al mínimo reglamentario de 34 Kg/cm^2 , pues hemos obtenido: $MR = 41.65 \text{ Kg/cm}^2$ sin fibras y $MR = 40.54 \text{ Kg/cm}^2$ en el caso con fibras $> MR \text{ mín} = 34 \text{ Kg/cm}^2$ reglamentario, lo cual es conforme.

Vemos también en el Cuadro N° 03 que los concretos de calidad estructural $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$ con o sin fibras, cumplen con la condición mínima de reglamento sin ningún problema.

Sin embargo, no perdamos de vista que el tipo de cemento y la naturaleza de los agregados usados en la presente Tesis, marcan sustancialmente los resultados obtenidos en la presente Tesis. El uso de otros tipos de cementos y de arenas con módulos de fineza distintos a 1.50, podría hacer variar los resultados obtenidos.

La literatura indica que la inclusión de fibras no altera el valor del Módulo de Rotura, lo cual se ha podido comprobar en el presente trabajo de investigación. La inclusión de fibras lo que hace es otorgarle ductilidad al

concreto y aumenta su capacidad de soportar grandes deformaciones sin fallar a la rotura.

La falla de las vigas sin fibras fue del tipo explosiva o súbita, con poca o nula deflexión al centro de luz.

En cambio, las vigas con fibras tuvieron fallas del tipo dúctil con generación de grandes deflexiones al centro de luz y rotaciones en los apoyos extremos. Las fisuras se generaron cercanas al centro de luz con espesores que variaron entre 0.5 y 2.5 milímetros, lo cual concuerda con los DMF mostrados en las Figuras N° 09 y 10 donde se aprecia que el máximo momento flector ocurre en el tercio central de la viga.

A continuación se muestra fotográficamente el procedimiento de los ensayos de rotura de vigas efectuado en laboratorio.

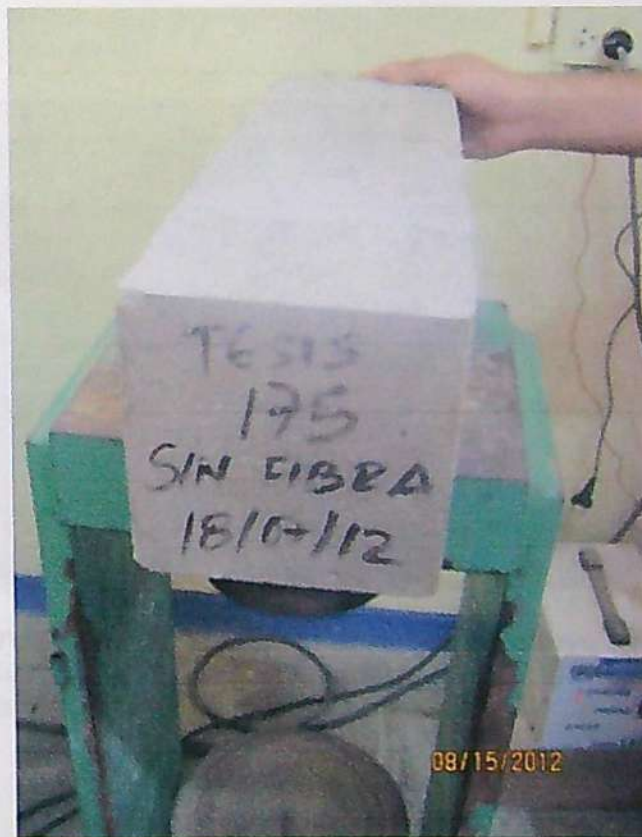


FOTOGRAFÍA N° 27: Preparación de la viga a ensayar a flexión en molde normativo.

FOTOGRAFÍA N° 28: Viga con refuerzo de fibras, de ensayo a flexión en molde normativo. Se la proba por compresión a flexión.



FOTOGRAFÍA N° 28: Llenado total del molde la viga a ensayar a flexión. La base b de la viga osciló entre 15.5 a 15.6 centímetros, la altura h de la viga osciló entre 15.4 a 15.8 centímetros; en tanto que la longitud de la viga fue en todos los casos igual a: $L = 48.69$ centímetros.



FOTOGRAFÍA N° 29: Viga sin refuerzo de fibras, de calidad estructural $f'_c=175$ Kg/cm², lista para ser ensayada a flexión.



FOTOGRAFÍA N° 30: Señalización de los tercios de luz para ubicar las cargas $P/2$.



FOTOGRAFÍA N° 31: Equipo a usar en el ensayo a flexión. Colocación de los cabezales encima de la viga a ensayar justamente encima de los tercios de luz.



FOTOGRAFÍA N° 32: Colocación de la viga a ensayar en el equipo de carga.



FOTOGRAFÍA N° 33: Viga sin refuerzo de fibras de calidad estructural $f_c=175$ Kg/cm², colocándose en el equipo de ensayo.



FOTOGRAFÍA N° 34: Inicio de la secuencia de falla de la viga sin refuerzo de fibra de calidad estructural $f_c=175$ Kg/cm², mostrada en la fotografía anterior. Nótese la falla por flexión en el tercio central. Se trata de una falla súbita que no desarrolla grandes deflexiones ni grandes giros en los extremos apoyados. Viga sin reforzamiento de fibras.



FOTOGRAFÍA N° 35: Nótese la cara de la sección fallada, vertical y uniforme, lo cual denota una subida brusca del eje neutro hasta llegar rápida y violentamente a la zona en compresión. Viga sin reforzamiento de fibras.



FOTOGRAFÍA N° 36: Vista de la falla localizada en el tercio central, tal como la teoría lo predecía. Viga sin reforzamiento de fibras.



FOTOGRAFÍA N° 37: Retiro de la viga fallada del equipo de ensayo. La viga sin refuerzo de fibras fue partida en dos. Se alcanzó una carga P de 2.956 Kg y se obtuvo un MR de 39 Kg/cm².



FOTOGRAFÍA N° 38: Toma de lectura de datos de la geometría que mostró la viga sin refuerzo de fibras. Se observa que el eje neutro sube hasta la zona en compresión de la viga provocando una falla violenta.



FOTOGRAFÍA N° 39: En la vista se aprecia la ubicación de la falla en el tercio central de la viga. Se trata de una viga sin refuerzo de fibras.



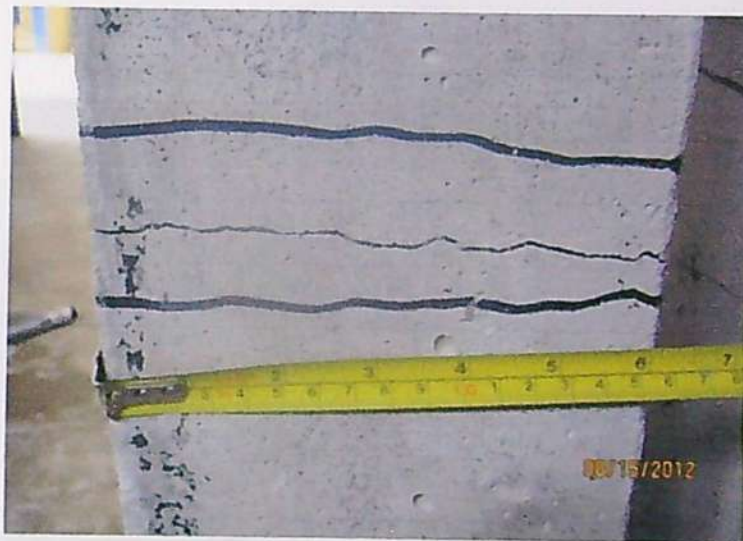
FOTOGRAFÍA N° 40: Vista de una viga reforzada con fibras inmediatamente después de ocurrida la falla por flexión en el tercio central. Nótese las grandes deflexiones producidas en el tercio central, lo cual es un indicador directo de la tenacidad del concreto cemento-arena reforzado con fibras.



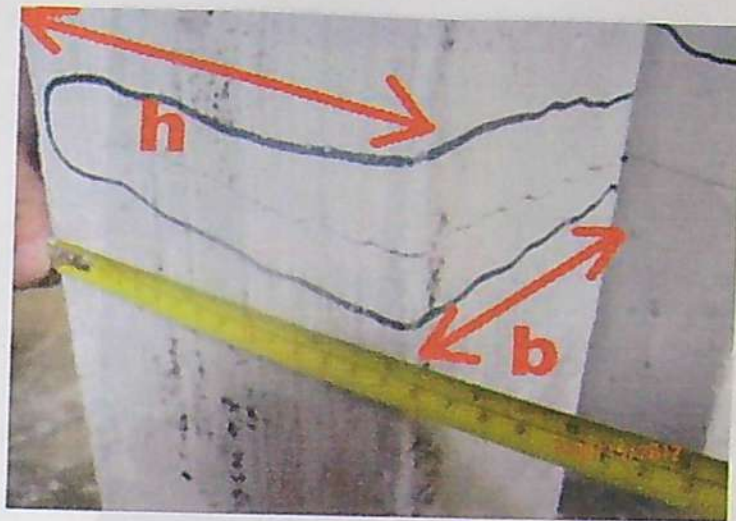
FOTOGRAFÍA N° 41: Vista de dos vigas reforzadas con fibras inmediatamente después de ocurrida la falla por flexión. Nótese las fisuras producidas en el tercio central.



FOTOGRAFÍA N° 42: Señalización de las fallas por flexión en diversas vigas reforzadas con fibras. Todas las fisuras ocurrieron en el tercio central. Nótese que las vigas no se han partido en dos, a diferencia de la falla en vigas sin refuerzo de fibras.



FOTOGRAFÍA N° 43: Vista de la base de una viga reforzada con fibras y sometida al ensayo de flexión. La viga desarrolla grandes deformaciones en su tercio central sin separarse en dos, lo cual es beneficioso para la estructura pues de este modo se retarda el desarrollo de la falla.



FOTOGRAFÍA N° 44: Nótese que la fisura atraviesa más allá de la mitad del peralte h de la viga, incursionando en la zona que comúnmente trabaja a compresión. Se trata de una subida del eje neutro que sin embargo no llega al extremo en compresión, lo cual es un indicador de la tenacidad del concreto reforzado con fibras.



FOTOGRAFÍA N° 45: Fisura de 2.5 milímetros de ancho formada en una viga reforzada con fibras. Se trata de la fisura más ancha observada en los ensayos.

4.2.3 MÓDULO DE ELASTICIDAD

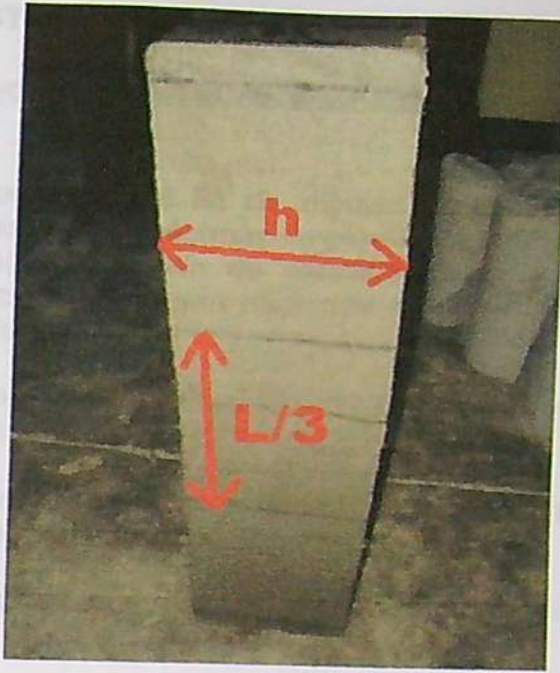
Se midieron en un
lugar a la vez.

Este resultado se
obtiene al medir
varios desplazamientos
conociendo el área
sección transversal.

Los desplazamientos de
estas nervaduras en

Los desplazamientos de
estas, se miden en

Los desplazamientos de
estas, se miden en



FOTOGRAFÍA N° 46: Gran deflexión observada al final del ensayo a flexión en una viga reforzada con fibras. La falla ocurre en el tercio central.

Los resultados
obtenidos en
esta etapa de



FOTOGRAFÍA N° 47: Vigas reforzadas con fibras al final del ensayo a flexión. Nótese que las vigas han tenido una falla dúctil, la cual es deseable desde el punto de vista de la integridad estructural del elemento.

4.2.3 MODULO DE ELASTICIDAD

Se realizaron ensayos de módulo de elasticidad en diversas probetas sin llegar a la rotura.

Esta previsión se tomó con el fin de dibujar el lazo o curva histerética, determinar la magnitud de la deformación plástica y finalmente determinar al menos cualitativamente, el grado de elasticidad que alcanzó el concreto cemento-arena reforzado con fibras midiendo la deformación (acortamiento) residual o permanente.

Los especímenes de calidad estructural $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, sin y con refuerzo de fibras, se cargaron en promedio al 71% del $f'c$ de diseño.

Los especímenes de calidad estructural $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, sin y con refuerzo de fibras, se cargaron en promedio al 80% del $f'c$ de diseño.

Los especímenes de calidad estructural $f'c=245 \text{ Kg/cm}^2$, sin y con refuerzo de fibras, se cargaron en promedio al 78% del $f'c$ de diseño.

Los resultados obtenidos fueron consistentes y mostraron que el concreto cemento-arena reforzado con fibras es más elástico que el concreto cemento-arena simple que no contiene fibras en su matriz.

Se demostró además que el módulo de elasticidad del concreto con o sin fibras tiende a converger a un mismo y único valor numérico.



FOTOGRAFÍA N° 48: Colocación de dos anillos y un micrómetro para la realización del ensayo de módulo de elasticidad.

Gráfico N° 08 : Curva del módulo de elasticidad del concreto cemento-arena sin refuerzo de fibras $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días.



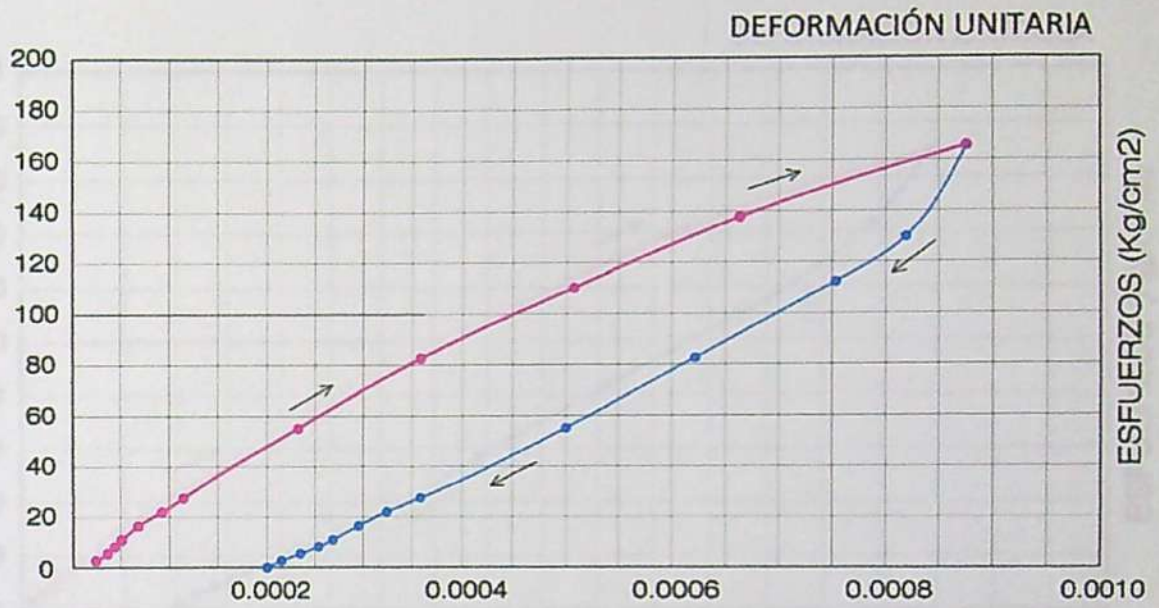
El gráfico nos muestra que a los 28 días, el concreto sin fibras presenta un Módulo de Elasticidad igual a: $E_c = 13,973 \sqrt{f'c} = 199,577 \text{ Kg/cm}^2$. Se aprecia además que la descarga total deja una deformación unitaria permanente superior a 0.0002.

Gráfico N° 09 : Curva del módulo de elasticidad del concreto cemento-arena reforzado con fibras $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días.



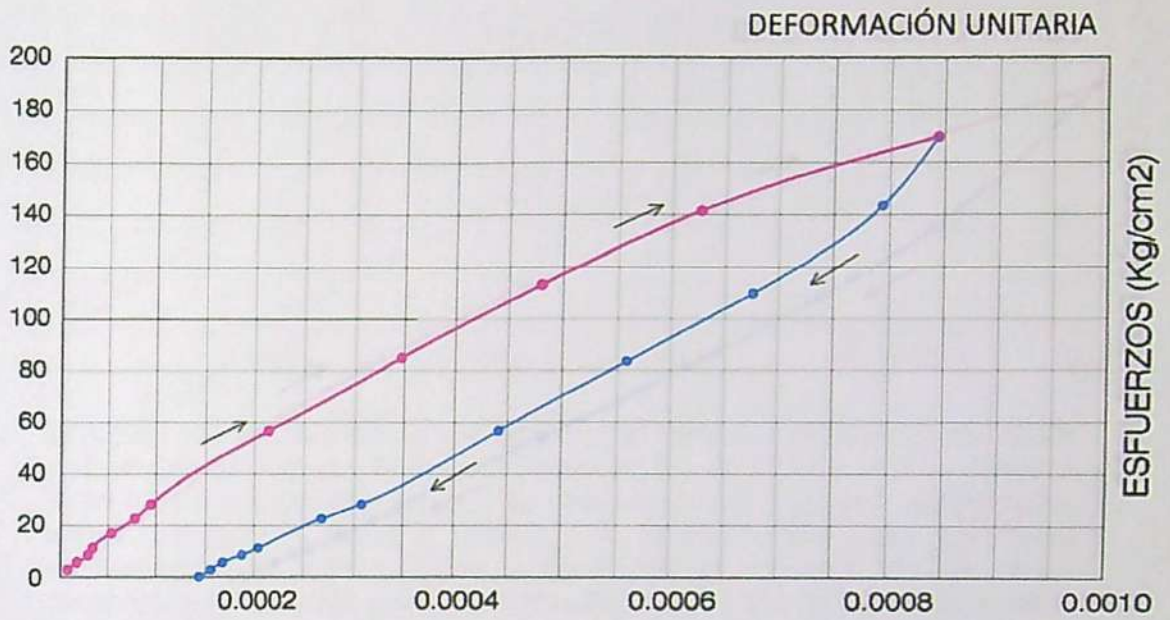
El gráfico nos muestra que a los 28 días, el concreto reforzado con fibras presenta un Módulo de Elasticidad igual a: $E_c = 12,572 \sqrt{f'c} = 161,493 \text{ Kg/cm}^2$. Se aprecia además que la descarga total deja una deformación unitaria permanente menor a 0.0002. A diferencia del caso sin fibras correspondiente al mismo $f'c$, se aprecia que la inclusión de las fibras disminuye la deformación plástica o permanente; es decir, el concreto se está comportando de una manera elástica con una tendencia a retornar a su posición inicial de equilibrio (deformación = 0) cuando cesa la carga.

Gráfico N° 10 : Curva del módulo de elasticidad del concreto cemento-arena sin refuerzo de fibras $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días.



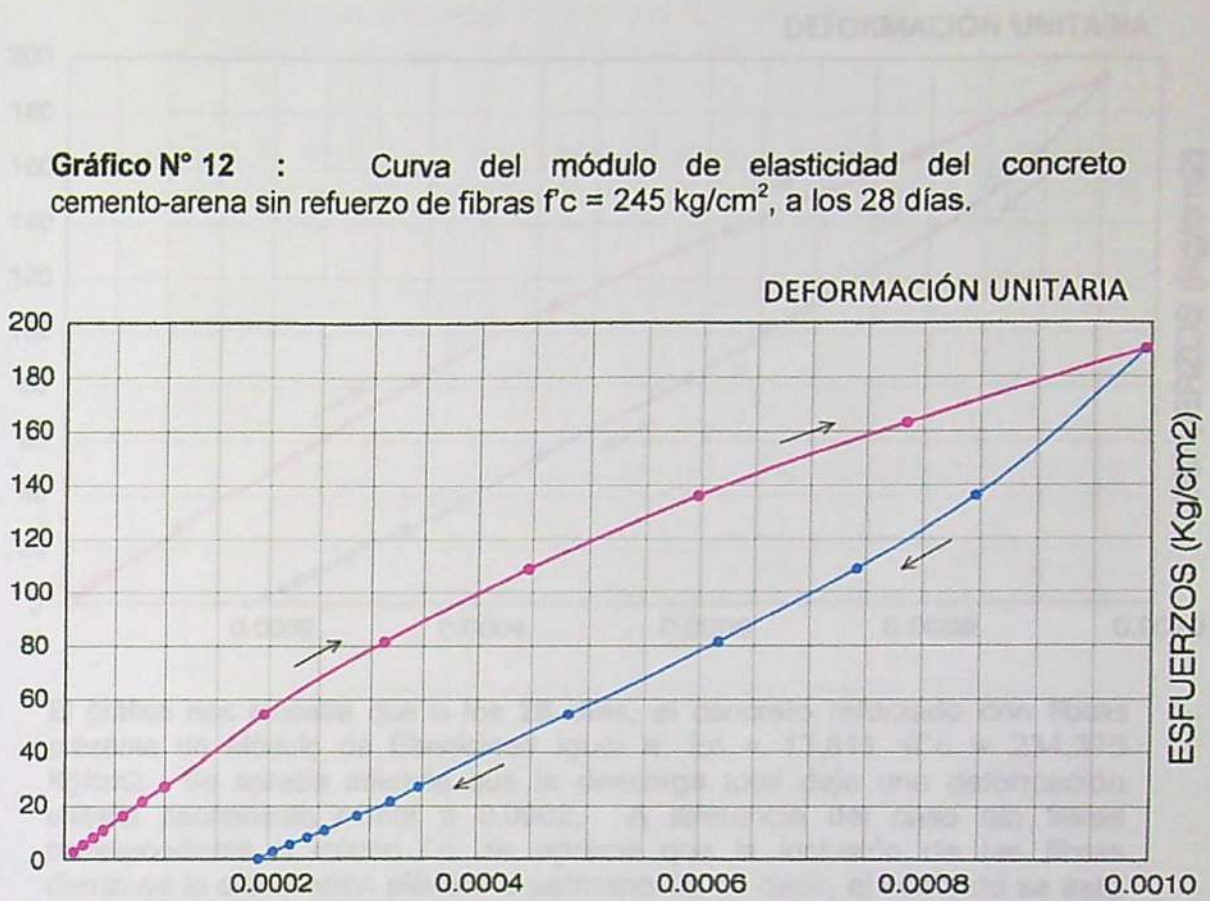
El gráfico nos muestra que a los 28 días, el concreto sin fibras presenta un Módulo de Elasticidad igual a: $E_c = 14,024 \sqrt{f'c} = 222,186 \text{ Kg/cm}^2$. Se aprecia además que la descarga total deja una deformación unitaria permanente igual o ligeramente superior a 0.0002.

Gráfico N° 11 : Curva del módulo de elasticidad del concreto cemento-arena reforzado con fibras $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días.



El gráfico nos muestra que a los 28 días, el concreto reforzado con fibras presenta un Módulo de Elasticidad igual a: $E_c = 14,889 \sqrt{f'_c} = 229,693 \text{ Kg/cm}^2$. Se aprecia además que la descarga total deja una deformación unitaria permanente mucho menor a 0.0002. A diferencia del caso sin fibras correspondiente al mismo f'_c , se aprecia que la inclusión de las fibras disminuye la deformación plástica o permanente; es decir, el concreto se está comportando de una manera más elástica con una tendencia a retornar a su posición inicial de equilibrio (deformación = 0) cuando cesa la carga.

Gráfico N° 12 : Curva del módulo de elasticidad del concreto
 cemento-arena reforzado con fibras $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días.



El gráfico nos muestra que a los 28 días, el concreto sin fibras presenta un Módulo de Elasticidad igual a: $E_c = 12,175 \sqrt{f_c} = 214,358 \text{ Kg/cm}^2$. Se aprecia además que la descarga total deja una deformación unitaria permanente cercana a 0.0002.

La norma peruana de concreto (E.060 Concreto Armado) prescribe usar la siguiente fórmula $E_c = 12,175 \sqrt{f_c}$. Notamos que el resultado obtenido es menor al nominal.

Gráfico N° 13 : Curva del módulo de elasticidad del concreto cemento-arena reforzado con fibras $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$, a los 28 días.



El gráfico nos muestra que a los 28 días, el concreto reforzado con fibras presenta un Módulo de Elasticidad igual a: $E_c = 13,811 \sqrt{f'c} = 234,375 \text{ Kg/cm}^2$. Se aprecia además que la descarga total deja una deformación unitaria permanente menor a 0.0002. A diferencia del caso sin fibras correspondiente al mismo $f'c$, se aprecia que la inclusión de las fibras disminuye la deformación plástica o permanente; es decir, el concreto se está comportando de una manera más elástica con una tendencia a retornar a su posición inicial de equilibrio (deformación = 0) cuando cesa la carga.

Promediando los valores obtenidos, para el caso del concreto sin fibras se obtiene: $E_c = 13,391 \sqrt{f'c}$. En tanto que para el caso del concreto reforzado con fibras se obtiene: $E_c = 13,757 \sqrt{f'c}$. Como ambos valores tienden a converger a un único valor, los promediamos, obteniéndose finalmente: $E_c = 13,574 \sqrt{f'c}$.

La norma peruana de concreto (E.060 Concreto Armado) prescribe usar la siguiente fórmula: $E_c = 15,000 \sqrt{f'c}$. Notamos que el resultado obtenido es menor al normativo.

Los datos obtenidos en laboratorio para la obtención experimental del módulo de elasticidad, fueron los siguientes:

- Análisis granulométrico integral del agregado.
- Obtención del peso específico del agregado.
- Elaboración del diseño de mezclas para un f_c determinado. Se trabajaron con valores de $f_c = 175, 210$ y 245 Kg/cm^2 .
- Obtención del peso unitario del concreto.

Ensayos llevados a cabo por el equipo técnico de la presente investigación, han establecido que en promedio el peso unitario del concreto cemento-arena es de $2,024 \text{ Kg/m}^3$ (Ver Gráfico N° 01).

Si aplicamos la fórmula del ACI obtenemos: $E_c = 0.14 w^{1.5} \sqrt{f_c} = 12,748 \sqrt{f_c}$.

Donde:

E_c = Módulo de elasticidad del concreto (Kg/cm^2) obtenido experimentalmente.

w = Peso unitario del concreto en Kg/m^3 obtenido experimentalmente. La expresión es válida si este parámetro oscila entre 1440 y 2480 Kg/m^3 .

f_c = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm^2).

Recordemos que para el caso de concreto sin fibras se obtuvo: $E_c = 13,391 \sqrt{f_c}$. En tanto que para el caso de concreto con fibras se obtuvo: $E_c = 13,757 \sqrt{f_c}$. Como ambos valores convergen a un único e igual valor numérico, se obtuvo el promedio final: $E_c = 13,574 \sqrt{f_c}$. Usando la fórmula del ACI que evalúa el peso unitario del concreto hemos obtenido: $E_c = 0.14 w^{1.5} \sqrt{f_c} = 12,748 \sqrt{f_c}$. La norma peruana E.060 Concreto Armado prescribe usar la fórmula: $E_c = 15,000 \sqrt{f_c}$.

Con respecto a la fórmula dada por el ACI, se advierte que su aplicación da valores no conservadores respecto a los resultados obtenidos experimentalmente en el presente trabajo de investigación.

Se nota además que la fórmula obtenida experimentalmente ($E_c = 13,574 \sqrt{f_c}$) no presenta una adecuada aproximación con la fórmula indicada en la norma peruana E.060 Concreto Armado: $E_c = 15,000 \sqrt{f_c}$.

Dávila Panduro, David & Vargas Rojas, Eric J. (2006) en su Tesis: "Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena, utilizando agregado fino de la cantera Boca Negra del sector de Peña Negra, distrito de San Juan Bautista", realizada en la Universidad Particular de Iquitos, hoy Universidad Científica del Perú, efectuaron ensayos para la obtención del Módulo de Elasticidad, habiendo concluido que un modelo matemático aproximado del

módulo de elasticidad del concreto de arena sería: $E_c = 10,074\sqrt{f'_c}$, ecuación que da valores menores a los obtenidos con la aplicación de la ecuación obtenida en el presente trabajo de investigación científica ($E_c = 13,574\sqrt{f'_c}$).

4.2.4 Análisis de fisuras de losa

Se construyeron losas en escala reducida de 1.00 x 1.00 metros con espesores constantes de 5 cm para el control y análisis de fisuras.

La escala fue de 1:4 ya que las losas ensayadas simulaban losas reales de 4.00x4.00 metros con espesores de 20 centímetros.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Cuadro N° 04: Resultados del ensayo en losa de concreto cemento-arena sin y con refuerzos de fibras de acero y polipropileno $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCION	CONCRETO CEMENTO – ARENA SIN REFUERZO DE FIBRAS	CONCRETO CEMENTO - ARENA REFORZADO CON FIBRAS
Hora de Inicio de Vaceo	10:30 a.m	11:00 a.m
Temperatura Ambiente	35.50 °C	35.50 °C
Temperatura del Concreto	32.40 °C	35.20 °C
Hora 1° Fisura	12:10 p.m	No presentó fisuras
Tiempo de 1° Fisura	1h. 40 min	—————
Temperatura Final del Concreto	36.20 °C	39.80 °C

Cuadro N° 05: Resultados del ensayo en losa de concreto cemento-arena sin y con refuerzos de fibras de acero y polipropileno $f'_c = 245 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCION	CONCRETO CEMENTO – ARENA SIN REFUERZO DE FIBRAS	CONCRETO CEMENTO - ARENA REFORZADO CON FIBRAS
Hora de Inicio de Vaceo	11:50 a.m	12:25 p.m
Temperatura Ambiente	37.30 °C	38.20 °C
Temperatura del Concreto	38.20 °C	39.10 °C
Hora 1° Fisura	01:20 p.m	No presentó fisuras
Tiempo de 1° Fisura	1h. 30 min	—————
Temperatura Final del Concreto	39.50 °C	40.10 °C

En este ensayo se pudo observar que las fibras de polipropileno tienen un buen desempeño durante las primeras horas después de ejecutado el vaciado, realizando un efectivo control de fisuración por contracción en el concreto en su estado plástico.

Si lo que se requiere es un aporte estructural en el pavimento (reducción de espesores, reemplazo de malla estructural, etc.), se puede optar por el uso de fibras de acero. La presencia de fibras demora la formación de la primera fisura y reduce considerablemente el ancho de ésta.

Las fibras por lo general no cambian la permeabilidad que es debida a la porosidad del concreto, pero disminuyen la permeabilidad debida a las rajaduras. Las fibras previenen que las microfisuras se conviertan en fisuras mayores y de ésta manera protegen al concreto poroso del ataque agresivo del medio.



FOTOGRAFÍA N° 49: Preparación de los moldes de madera de 1.00x1.00x0.05 metros para efectuar el ensayo de fisuración al aire libre.



FOTOGRAFÍA N° 50: Preparación de la mezcla a usar en el ensayo de fisuración. En la vista se aprecia la incorporación de fibras de acero en el trompo eléctrico.



FOTOGRAFÍA N° 51: Llenado de los moldes de encofrado con la mezcla de concreto cemento-arena.



FOTOGRAFÍA N° 52: Acabado de la superficie de las losas. Se les dio un acabado semipulido.



FOTOGRAFÍA N° 53: En la vista se aprecian dos losas reforzadas con fibras. La del lado izquierdo está siendo curada y la del lado derecho no recibió curado alguno. Ninguna de las dos presentó fisuras.



FOTOGRAFÍA N° 54: Medición de la temperatura del concreto en la parte superficial de las losas.



FOTOGRAFÍA N° 55: En esta foto se puede apreciar la fisura que apareció en la losa con concreto cemento – arena sin refuerzo de fibras $f'c=210$ Kg/cm². La fisura apareció 1h 40m luego del llenado de la losa.



FOTOGRAFÍA N° 56: En esta foto se pueden apreciar las fisuras que aparecieron en la losa con concreto cemento – arena sin refuerzo de fibras $f'c=245$ Kg/cm². Las fisuras aparecieron 1h 30m luego del llenado de la losa.



FOTOGRAFÍA N° 57: Las losas fueron levantadas al final del ensayo para determinar el grado de fisuramiento en la base de las mismas.



FOTOGRAFÍA N° 58: Fisuración en la parte inferior de una de las losas sin fibras.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La incorporación de fibras de acero y polipropileno, tiene una serie de repercusiones sobre las propiedades del concreto en estado fresco, destacando entre ellas la reducción de la trabajabilidad. A medida que se iban incorporando en el trompo las fibras, se pudo apreciar que en el caso del polipropileno por ser menos denso se perdió un pequeño porcentaje de este material a medida que giraba el trompo; así mismo una vez adicionadas las fibras de acero en el trompo, se generó un mayor tiempo de mezclado.

La pérdida de trabajabilidad en el concreto con fibras está acompañada de un efecto que puede ser beneficioso, ya que de este modo se aumenta la cohesión del concreto.

En base a la bibliografía estudiada se encuentra que existe acuerdo en cuanto a que el concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno mejora en forma notable la resistencia a la fisuración, además de mejorar la capacidad de deformación del concreto otorgándole mayor tenacidad y ductilidad.

En cuanto a las propiedades mecánicas del concreto endurecido, de acuerdo a los ensayos realizados se observa que la resistencia a la compresión f'_c a los 28 días en el caso con fibras es menor, en todos los casos, que cuando no se usan fibras. Veamos:

Cuadro N° 06: Valores del f'_c a los 28 días con o sin fibras

f'_c (Kg/cm ²)	f'_c SIN FIBRAS	f'_c CON FIBRAS	DISMINUCIÓN DEL f'_c
175	204	165	-39 (19.12%)
210	251	238	-13 (5.18%)
245	310	288	-22 (7.09%)

Se puede decir, que la adición simultánea de fibras de acero y de polipropileno reduce en promedio la resistencia f'_c a los 28 días del concreto, en un 10.46%.

Se observa que en la resistencia a la flexión si bien aumenta en una de las resistencias; este aumento es muy pequeño. Se puede decir, que la adición de fibra de acero y polipropileno no tiene mayor influencia en el aumento de la resistencia a la flexión del concreto (Obtención del Módulo de Rotura MR). El aporte de las fibras a la resistencia a la flexión del concreto es que evita que este tenga una falla frágil y explosiva, dándole ductilidad al compuesto. Los resultados obtenidos son concordantes con la literatura actual.

El agregado fino empleado en la investigación muestra valores de módulo de fineza de 1.5 lo cual indica que a través del tiempo la explotación de las canteras de la ciudad de Iquitos viene dejando potencias de arena con mayor módulo de fineza que con respecto a años anteriores.

Los pesos unitarios del concreto cemento – arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno de calidades $f'c=175, 210$ y 245 Kg/cm^2 , convergen al valor de $2,024 \text{ Kg/m}^3$, inferior al valor de $2,400 \text{ Kg/m}^3$ comúnmente empleado.

La fórmula obtenida para el Módulo de Elasticidad tiende a semejarse a la fórmula establecida en la Norma E.060 de Concreto Armado, según se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 07: Ecuaciones del Módulo de Elasticidad E_c

FUENTE	FÓRMULA
Tesis Dávila Panduro	$10,074 \sqrt{f'c}$
Con fórmula del ACI	$12,748 \sqrt{f'c}$
Obtenida en la presente Tesis	$13,574 \sqrt{f'c}$
Norma peruana E.060	$15,000 \sqrt{f'c}$

Los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo de investigación indican que la fórmula establecida en la Norma E.060 resulta ser no tan conservadora.

Recuérdese que para una viga simplemente apoyada de longitud L , inercia seccional I , que está sometida a una carga uniforme w y que está hecha con un material de un módulo de elasticidad E , su deflexión máxima al centro de luz en el rango elástico es:

$$\Delta = \frac{5 w \cdot L^4}{384 E \cdot I}$$

Notamos en esta ecuación que al disminuir el valor del módulo de elasticidad, la deflexión Δ aumenta, lo cual es perjudicial para la integridad estructural de la viga. Y esto es justamente lo que viene ocurriendo, pues mientras calculamos el módulo de elasticidad con la ecuación: $E_c = 15,000 \sqrt{f'c}$, resulta que realmente dicho módulo es menor: $E_c = 13,574 \sqrt{f'c}$, lo cual significa una disminución del módulo de elasticidad del orden del 9,51%, o lo que es lo mismo, un incremento de la flecha o deflexión máxima en ese mismo porcentaje.

Esto implica que la aplicación de la fórmula para el módulo de elasticidad contenida en la Norma E.060 ($E_c = 15,000 \sqrt{f'c}$), daría flechas (deflexiones) y giros menores a los reales, siendo que en realidad son mayores.

Las fibras de acero y polipropileno le brindan un refuerzo a la losa de concreto en todas las direcciones, lo que garantiza un control eficaz de la fisuración.

Los valores del Módulo de Rotura MR del concreto cemento–arena reforzado con fibras de acero y polipropileno a edades iguales o superiores a los 28 días, resultaron mayores a las resistencias previstas según la Norma peruana E.060 y estudios científicos anteriores. Veamos:

Cuadro N° 08: Ecuaciones del Módulo de Rotura MR

FUENTE	FÓRMULA
Norma peruana E.060	$2.00 \sqrt{f'c}$
Tesis Dávila Panduro	$2.33 \sqrt{f'c}$
Obtenida en la presente Tesis	$2.59 \sqrt{f'c}$

Los resultados experimentales resultan ser favorables pues indican que realmente las vigas tienen un mayor MR que el usado actualmente en los cálculos (Norma E.060).

Permitir que una viga se seque dará como resultado resistencias más bajas. Las vigas deben ser curadas de forma normativa y ensayadas mientras se encuentren húmedas. El cumplimiento de todos estos requerimientos en el lugar de trabajo es extremadamente difícil lo que da frecuentemente como resultado, valores del Módulo de Rotura no confiables y generalmente bajos.

La cantidad de fibras utilizadas simultáneamente en el concreto cemento–arena reforzado fue de 25 kg/m³ para las fibras de acero Wirand FF1 y de 800 gr/m³ para las de polipropileno Fibromac 12.

5.2 RECOMENDACIONES

De lo investigado en el presente trabajo de investigación, podemos recomendar lo siguiente:

Se debe utilizar cemento en buen estado, sin presencia de grumos ya que esto influye en la resistencia $f'c$ del concreto.

El agua usada en la mezcla y curado debe ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto. Por ello, es recomendable utilizar agua potable.

Las muestras para el estudio de concreto cemento – arena simple y reforzado con fibras de acero y polipropileno, deben ser tomadas de una sola tanda para garantizar que las pruebas tengan resultados con el mínimo de dispersión. Esto facilita el manejo seguro y confiable de los resultados obtenidos.

Como consecuencia del análisis de los resultados de la presente investigación, se puede señalar que las aplicaciones en las cuales el concreto reforzado con fibra de acero y polipropileno puede brindar excelentes resultados, son en losas y pavimentos, debido fundamentalmente porque mejora su tenacidad y controla adecuadamente la aparición de fisuras.

Para el caso en particular de la Fibra Wirand FF1, se recomienda mezclar hasta que todas las fibras se separen individualmente, aun cuando esto aumente el tiempo de batido.

Para el proceso de mezclado, se recomienda no añadir nunca las fibras como primer componente en la mezcladora, sino introducirlas junto con los agregados.

Se recomienda mezclar hasta que todas las fibras se separen individualmente, esto aumentará el tiempo de batido normal en 2 a 2.5 minutos adicionales.

La utilización apropiada del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno depende en gran parte de la habilidad del ingeniero para aprovechar las características mejoradas del concreto bajo una carga dada para una aplicación determinada.

Se recomienda realizar investigaciones futuras para obtener la Tenacidad del concreto reforzado con fibras.

Continuar con la investigación en próximos estudios modificando de manera controlada y sistemática las siguientes variables:

- Tipo de cemento.
- Tasa de fibras de acero.
- Tasa de fibras de polipropileno.
- Módulo de fineza del agregado fino.
- Cantidad de probetas, vigas y losas.
- Dimensiones y espesores de las losas usando una escala real 1:1.

ANEXOS

ANEXO I - ...
ANEXO II - ...
ANEXO III - ...

A. ANEXO 01 – ENSAYOS DE LABORATORIO

A.1 CONCRETO SIN FIBRAS $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ – DISEÑO DE MEZCLAS, ENSAYO DE COMPRESION, ENSAYO DE FLEXION Y MODULO DE ELASTICIDAD



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (SIN FIBRA)
CEMENTO - ARENA

f _c DE DISEÑO	:	175	Kg/cm ²		
ASENTAMIENTO	:	2" - 3"			
MARCA Y TIPO DE CEMENTO	:	ARGOS TIPO Ico Plus			
FACTOR CEMENTO	:	9.25	Bolsas/m ³		
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.71			
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.69			
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	: 3.51	/	29.33 Lt/Bolsa
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	: 3.38	/	29.33 Lt/Bolsa

CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO

CEMENTO	:	393.0 Kg
AGREGADO FINO	:	1364.4 Kg
AGUA	:	279.0 Lts.
TOTAL DE MATERIAL		2,036.3 Kg

ESPECIFICACIONES El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI, seguida de las experiencias registradas en el Laboratorio.


RECOMENDACIONES:

- El Diseño fue realizado con el contenido de humedad del agregado fino en el laboratorio.
- Se debe verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplearlo en la mezcla, a fin de efectuar las correcciones por humedad.
- La cantidad de material por metro cúbico considera al agregado en condición seca.
- Los valores obtenidos corresponden solo para el tipo de agregado y cemento empleados para el presente diseño.


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio de Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERRA

V°B° Jefe de Laboratorio

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA
CEMENTO - ARENA

CEMENTO

Peso específico : 3.15 Kg/m³

AGREGADO FINO

Cantera : Chuquival.

Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta Km. 13+200.

Color : Blanca

Peso específico : 2.67 gr/cc.

Peso Unitario Suelto : 1,527 Kg/m³

Peso Unitario Compactado : 1,709 Kg/m³

Absorción : 0.59 %

Humedad : 1.20 %

Módulo de Fineza : 1.50

Clasificación SUCS : SP-SM

Clasificación AASHTO : A-3 (0)

Mallas	Peso Retenido	% Retenido		% Pasa
		Parcial	Acum.	
N°04	0.00	0.00	0.00	100.00
N°08	0.05	0.01	0.01	99.99
N°16	1.20	0.24	0.25	99.75
N°30	18.71	3.74	3.99	96.01
N°50	261.66	52.33	56.32	43.68
N°100	165.08	33.02	89.34	10.66
N°200	27.51	5.50	94.84	5.16

Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43872

V°B° Jefe de Laboratorio

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

f_c DE DISEÑO : 175 Kg/cm²
 DOSIFICACIÓN EN PESO : 1 : 3.51 / 29.33 Lt/Bolsa
 DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN : 1 : 3.38 / 29.33 Lt/Bolsa

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO : 42.50 Kg
 AGREGADO FINO : 149.20 Kg
 AGUA : 29.33 lts.
PESO TOTAL DE MATERIALES : 221.03 Kg

RENDIMIENTO

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

N°ro Ensayos	1	2	3	
Peso de molde + mortero (gr.)	8528	8577	8616	
Peso de molde (gr.)	2868	2868	2868	
Peso de mortero	5660	5709	5748	
Volumen de Bachata	2823	2823	2823	PROMEDIO
PESO UNITARIO DEL MORTERO	2.005	2.022	2.036	2021 Kg/m³

RENDIMIENTO POR BOLSA DE CEMENTO

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{221.03 \text{ Kg.}}{2021 \text{ Kg/m}^3} = 0.1094 \text{ m}^3.$$

$$\text{FACTOR CEMENTO} = \frac{1 \text{ m}^3.}{0.1094 \text{ m}^3.} = 9.14 \text{ Bolsas/m}^3.$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE} : \frac{2263 - 2021}{2263} \times 100 = 10.69 \%$$

VALORES DE DISEÑO (m³)

CEMENTO : 388.5 Kg
 AGREGADO FINO : 1347.5 Kg
 AGUA : 276.4 Lts.

VALORES DE OBRA (m³)

CEMENTO : 388.5 Kg
 AGREGADO FINO : 1363.7 Kg
 AGUA : 268.1 Lts.


 Responsable del Ensayo
 Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
 CIP N° 43823
 INGENIERA CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	18/07/2012	20/07/2012	2	15.10	133.0	13,562	179	76	71
2	TESTIGO	18/07/2012	20/07/2012	2	15.10	119.4	12,175	179	68	
3	TESTIGO	18/07/2012	20/07/2012	2	15.00	121.2	12,359	177	70	

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.


OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 18 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 2 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de f'c = 71 Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 45023
V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)
1	TESTIGO	18/07/2012	21/07/2012	3	15.10	189.0	19,273	179	108

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 18 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 3 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia a la compresion de f'c = 108 Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43933
Mecánica de Suelos

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

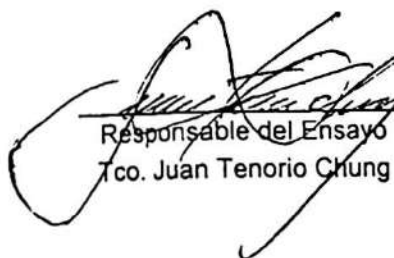
f'c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)
1	TESTIGO	18/07/2012	25/07/2012	7	15.30	251.2	25,615	184	139


ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 18 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 7 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de f'c = 139 Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	18/07/2012	01/08/2012	14	15.10	270.8	27,614	179	154	170
2	TESTIGO	18/07/2012	01/08/2012	14	15.10	296.0	30,184	179	169	
3	TESTIGO	18/07/2012	01/08/2012	14	15.10	329.8	33,630	179	188	

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 18 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 14 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de f'c = 170 Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

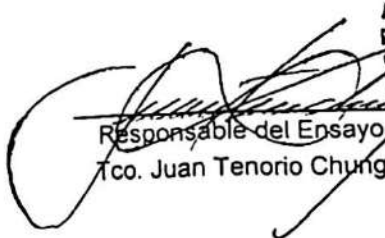
f'c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	18/07/2012	15/08/2012	28	15.30	361.0	36,812	184	200	204
2	TESTIGO	18/07/2012	15/08/2012	28	15.20	367.0	37,424	181	207	

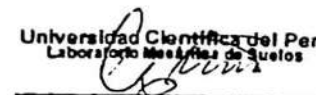
ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 18 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 28 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de f'c = 204 Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERA EN CIENCIAS
V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'_c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	18/07/2012	16/09/2012	60	15.20	395.0	40,279	181	223	222
2	TESTIGO	18/07/2012	16/09/2012	60	15.10	391.2	39,891	179	223	
3	TESTIGO	18/07/2012	16/09/2012	60	15.10	386.6	39,422	179	220	

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 18 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 60 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f'_c = 222$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE MORTERO
DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ
ASTM C - 78

f 'c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)
1	VIGA DE MORTERO 53.6 x 15.5 x 15.4	18/07/2012	15/08/2012	28	15.50	15.40	48.69	29.0	2,956	39

ESPECIFICACIONES : - Los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C - 78 y la NTP. 339.078.

OBSERVACIONES : - Las vigas de mortero fueron elaboradas de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

RESULTADOS : - El Módulo de rotura del Mortero es de 39 kg/cm².

Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43817
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

DATOS DE PROBETA : N° 01
 Diseño : 175
 Diametro (cm) : 15.20
 Longitud (cm) : 30.20
 Área (cm²) : 181.46
 Fecha Vaciado : 18/07/2012
 Fecha Rotura : 15/08/2012
 Edad (días) : 28

CARGA MAXIMA (KN)	355.80
CARGA MAXIMA (KG)	36269
ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	200

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (cm)	20.5
-----------------------------------	------

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	LECTURA (mm)	DEFORMACIÓN (CM)	DEFORMACIÓN REAL	DEFORMACIÓN UNITARIA
500	2.76	0.0090000	0.0009000	0.0004500	0.0000220
1000	5.51	0.0140000	0.0014000	0.0007000	0.0000341
1500	8.27	0.0190000	0.0019000	0.0009500	0.0000463
2000	11.02	0.0230000	0.0023000	0.0011500	0.0000561
3000	16.53	0.0290000	0.0029000	0.0014500	0.0000707
4000	22.04	0.0380000	0.0038000	0.0019000	0.0000927
5000	27.55	0.0460000	0.0046000	0.0023000	0.0001122
10000	55.11	0.1070000	0.0107000	0.0053500	0.0002610
15000	82.66	0.1720000	0.0172000	0.0086000	0.0004195
20000	110.22	0.2560000	0.0256000	0.0128000	0.0006244
25000	137.77	0.3680000	0.0368000	0.0184000	0.0008976

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	9.31
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	80.00
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004042

MODULO ELASTICO 199,577



- ESPECIFICACIONES** : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-469.
OBSERVACIONES : - La probeta se ensayo utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
 - La probeta se ensayo en condición húmeda.
RESULTADOS : - El Módulo Elástico Estático del Mortero a compresión es de 199577 Kg/cm².

Juan Tenorio Chung
 Responsable del Ensayo
 Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos
Liliana Bautista Serpa
 LILIANA BAUTISTA SERPA
 CIP N° 43823
 INGENIERO CIVIL
 VºBº Jefe de Laboratorio

**A.2 CONCRETO CON FIBRAS $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ – DISEÑO DE MEZCLAS,
ENSAYO DE COMPRESION, ENSAYO DE FLEXION Y MODULO DE
ELASTICIDAD**



**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA**

f_c DE DISEÑO	:	175	Kg/cm ²	
ASENTAMIENTO	:	2" - 3"		
MARCA Y TIPO DE CEMENTO	:	ARGOS TIPO Ico Plus		
FACTOR CEMENTO	:	9.25	Bolsas/m ³	
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.71		
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.72		
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	: 3.48 / 30.60	Lt/Bolsa
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	: 3.38 / 30.60	Lt/Bolsa

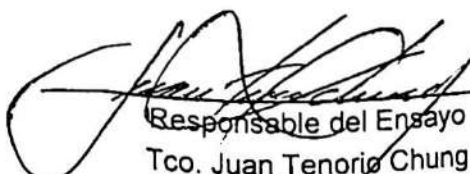
CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO

CEMENTO	:	393.0	Kg
AGREGADO FINO	:	1364.4	Kg
AGUA	:	279.0	Lts.
FIBROMAC12	:	0.8	Kg
FIBRA WIRAND FF1	:	25.0	Kg
TOTAL DE MATERIAL		2,062.1	Kg

ESPECIFICACIONES El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI, seguida de las experiencias registradas en el Laboratorio.

RECOMENDACIONES:

- El Diseño fue realizado con el contenido de humedad del agregado fino en el laboratorio.
- Se debe verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplearlo en la mezcla, a fin de efectuar las correcciones por humedad.
- La cantidad de material por metro cúbico considera al agregado en condición seca.
- Los valores obtenidos corresponden solo para el tipo de agregado y cemento empleados para el presente diseño.


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA

VEB° Jefe de Laboratorio

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

f_c DE DISEÑO : 175 Kg/cm²
 DOSIFICACIÓN EN PESO : 1 : 3.48 / 30.60 Lt/Bolsa
 DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN : 1 : 3.38 / 30.60 Lt/Bolsa

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO : 42.50 Kg
 AGREGADO FINO : 147.97 Kg
 AGUA : 30.65 lts.
 FIBROMAC 12 : 0.09 Kg
 FIBRA WIRAND FF1 : 2.70 Kg
PESO TOTAL DE MATERIALES : 223.92 Kg

RENDIMIENTO

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

N° de Ensayos	1	2	3	
Peso de molde + mortero (gr.)	8438	8443	8354	
Peso de molde (gr.)	2868	2868	2868	
Peso de mortero	5570	5575	5486	
Volumen de Bachata	2823	2823	2823	PROMEDIO
PESO UNITARIO DEL MORTERO	1.973	1.975	1.943	1964 Kg/m ³

RENDIMIENTO POR BOLSA DE CEMENTO

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{223.92 \text{ Kg.}}{1964 \text{ Kg/m}^3} = 0.114 \text{ m}^3.$$

$$\text{FACTOR CEMENTO} = \frac{1 \text{ m}^3.}{0.114 \text{ m}^3.} = 8.78 \text{ Bolsas/m}^3.$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE} : \frac{2289 - 1964}{2289} \times 100 = 14.2 \%$$

VALORES DE DISEÑO (m³)

CEMENTO : 373.2 Kg
 AGREGADO FINO : 1295.7 Kg
 AGUA : 264.7 lts.
 FIBROMAC 12 : 762.6 Kg
 FIBRA WIRAND FF1 : 23.7 Kg

VALORES DE OBRA (m³)

CEMENTO : 373.2 Kg
 AGREGADO FINO : 1299.2 Kg
 AGUA : 269.1 lts.
 FIBROMAC 12 : 762.6 Kg
 FIBRA WIRAND FF1 : 23.7 Kg

Responsable del Ensayo
 Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
 CIP. N° 43123
 INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA
CEMENTO - ARENA

CEMENTO

Peso específico : 3.15 Kg/m³

AGREGADO FINO

Cantera : Chuquival.
Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta Km. 13+200.

Color : Blanca
Peso específico : 2.67 gr/cc.
Peso Unitario Suelto : 1,527 Kg/m³
Peso Unitario Compactado : 1,709 Kg/m³
Absorción : 0.59 %
Humedad : 0.27 %
Módulo de Fineza : 1.50
Clasificación SUCS : SP-SM
Clasificación AASHTO : A-3 (0)

Mallas	Peso Retenido	% Retenido		% Pasa
		Parcial	Acum.	
N°04	0.00	0.00	0.00	100.00
N°08	0.05	0.01	0.01	99.99
N°16	1.20	0.24	0.25	99.75
N°30	18.71	3.74	3.99	96.01
N°50	261.66	52.33	56.32	43.68
N°100	165.08	33.02	89.34	10.66
N°200	27.51	5.50	94.84	5.16


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio de Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

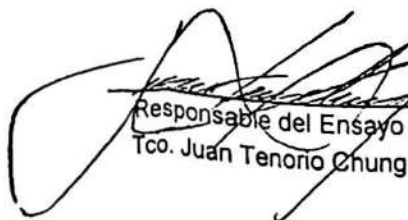
f'_c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	18/07/2012	25/07/2012	7	15.30	216.6	22,087	184	120	112
2	TESTIGO	18/07/2012	25/07/2012	7	15.10	187.0	19,069	179	107	
3	TESTIGO	18/07/2012	25/07/2012	7	15.20	194	19,782	181	109	

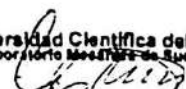
ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 18 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 7 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f_c = 112$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL
V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f 'c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	18/07/2012	15/08/2012	28	15.20	283.4	28,899	181	160	165
2	TESTIGO	18/07/2012	15/08/2012	28	15.20	293.4	29,918	181	165	
3	TESTIGO	18/07/2012	15/08/2012	28	15.20	303	30,877	181	171	

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 18 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 28 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de f'c = 165 Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43833
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO
ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE MORTERO
DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ
ASTM C - 78

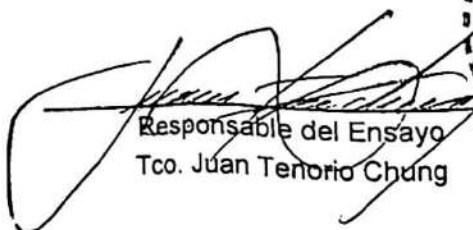
'c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	VIGA DE MORTERO 61.4 x 15.5 x 15.4	23/07/2012	24/07/2012	1	15.50	15.40	56.50	6.8	693	11	10.5
2	VIGA DE MORTERO 61.4 x 15.5 x 15.4	23/07/2012	24/07/2012	1	15.50	15.40	56.50	6.4	652	10	

ESPECIFICACIONES : - Los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C - 78 y la NTP. 339.078.

OBSERVACIONES : - Las vigas de mortero fueron elaboradas de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

RESULTADOS : - El Módulo de rotura del Mortero es de 10.5 kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO
ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE MORTERO
DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ
ASTM C - 78


f'c de Diseño : 175 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	VIGA DE MORTERO 53.7 x 15.7 x 15.4	23/07/2012	20/08/2012	28	15.70	15.40	48.69	24.4	2,487	33	34
2	VIGA DE MORTERO 53.9 x 15.5 x 15.4	23/07/2012	20/08/2012	28	15.50	15.40	48.69	25.8	2,630	35	

ESPECIFICACIONES : - Los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C - 78 y la NTP. 339.078.

OBSERVACIONES : - Las vigas de mortero fueron elaboradas de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

RESULTADOS : - El Módulo de rotura del Mortero es de 34 kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL
V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

DATOS DE PROBETA :

Nº	01
Fc Diseño	175
Diámetro (cm)	15.00
Longitud (cm)	30.80
Área (cm ²)	176.71
Fecha Vaciado	18/07/2012
Fecha Rotura	25/07/2012
Edad (días)	7

CARGA MÁXIMA (KN)	186.80
CARGA MÁXIMA (KG)	19042
ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	108

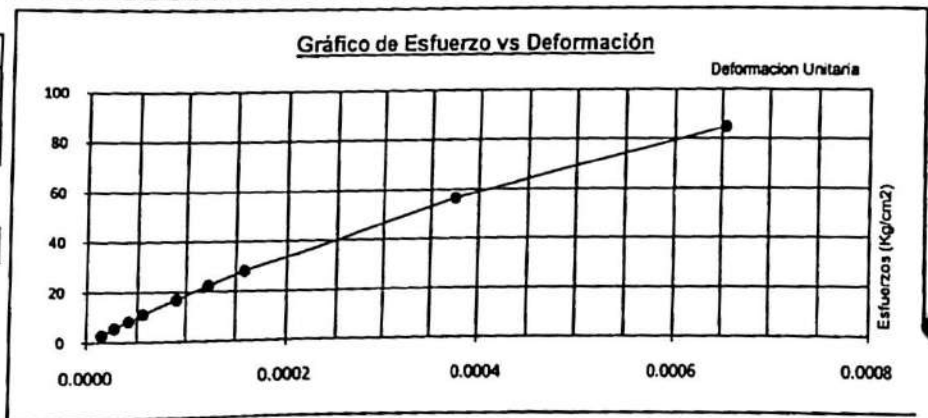
LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (cm)	20.5
-----------------------------------	------

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	LECTURA (mm)	DEFORMACIÓN (CM)	DEFORMACIÓN REAL	DEFORMACIÓN UNITARIA
500	2.83	0.0060000	0.0006000	0.0003000	0.0000146
1000	5.66	0.0110000	0.0011000	0.0005500	0.0000268
1500	8.49	0.0170000	0.0017000	0.0008500	0.0000415
2000	11.32	0.0230000	0.0023000	0.0011500	0.0000561
3000	16.98	0.0370000	0.0037000	0.0018500	0.0000902
4000	22.64	0.0500000	0.0050000	0.0025000	0.0001220
5000	28.29	0.0650000	0.0065000	0.0032500	0.0001585
10000	56.59	0.1540000	0.0154000	0.0077000	0.0003756
15000	84.88	0.2680000	0.0268000	0.0134000	0.0006537

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	10.14
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	43.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0002729

MÓDULO ELÁSTICO : 148,318



- ESPECIFICACIONES** : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-469.
- OBSERVACIONES** : - La probeta se ensayo utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
: - La probeta se ensayo en condición húmeda.
- RESULTADOS** : - El Módulo Elástico Estático del Mortero a compresión es de 148318 Kg/cm².

Universidad Científica del Perú
Laboratorio de Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP Nº 43823
INGENIERA CIVIL

VºBº Jefe de Laboratorio

Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Churruarín



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

DATOS DE PROBETA	:	N° 02
Fc Diseño	:	175
Diametro (cm)	:	15.20
Longitud (cm)	:	30.50
Área (cm ²)	:	181.46
Fecha Vaciado	:	18/07/2012
Fecha Rotura	:	15/08/2012
Edad (días)	:	28

CARGA MAXIMA (KN)	282.80
CARGA MAXIMA (KG)	28828
ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	159

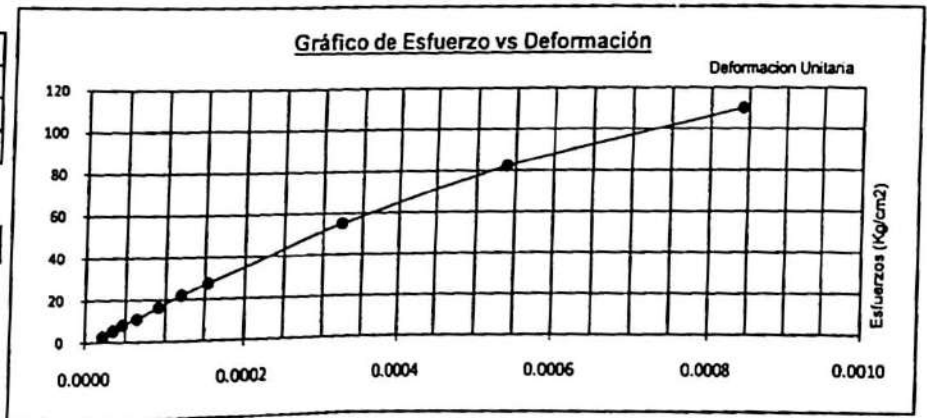
LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (cm)	20.5
-----------------------------------	------

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	LECTURA (mm)	DEFORMACIÓN (CM)	DEFORMACIÓN REAL	DEFORMACIÓN UNITARIA
500	2.76	0.0090000	0.0009000	0.0004500	0.0000220
1000	5.51	0.0140000	0.0014000	0.0007000	0.0000341
1500	8.27	0.0190000	0.0019000	0.0009500	0.0000463
2000	11.02	0.0260000	0.0026000	0.0013000	0.0000634
3000	16.53	0.0370000	0.0037000	0.0018500	0.0000902
4000	22.04	0.0490000	0.0049000	0.0024500	0.0001195
5000	27.55	0.0630000	0.0063000	0.0031500	0.0001537
10000	55.11	0.1320000	0.0132000	0.0066000	0.0003220
15000	82.66	0.2210000	0.0221000	0.0110500	0.0005390
20000	110.22	0.3450000	0.0345000	0.0172500	0.0008415

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	8.87
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	63.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003889

MODULO ELASTICO 161,493



- ESPECIFICACIONES** : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-469.
- OBSERVACIONES** : - La probeta se ensayo utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
: - La probeta se ensayo en condición húmeda.
- RESULTADOS** : - El Módulo Elástico Estático del Mortero a compresión es de 161493 Kg/cm².

Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio

Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung

TABLE

CONCRETO SIN FIBRAS

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
1. CEMENTO PORTLAND	kg	100	1.200	120.000
2. AGUA	litros	100	0,000	0,000
3. ARENA	m ³	100	1.000	100.000
4. GRAVA	m ³	100	1.000	100.000
5. FIBRAS	kg	0	0,000	0,000
6. ADOSANTES	kg	0	0,000	0,000
7. PLASTICANTES	kg	0	0,000	0,000
8. OTRAS MATERIAS	kg	0	0,000	0,000
TOTAL				320.000

**A.3 CONCRETO SIN FIBRAS $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – DISEÑO DE MEZCLAS,
ENSAYO DE COMPRESION, ENSAYO DE FLEXION Y MODULO DE
ELASTICIDAD**



**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA,
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLÉANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (SIN FIBRA)
CEMENTO - ARENA

f _c DE DISEÑO	:	210	Kg/cm ²	
ASENTAMIENTO	:	2" - 3"		
MARCA Y TIPO DE CEMENTO	:	ARGOS TIPO Ico Plus		
FACTOR CEMENTO	:	9.95	Bolsas/m ³	
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.65		
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.63		
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	3.23	/ 26.78 Lt/Bolsa
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	3.11	/ 26.78 Lt/Bolsa

CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO

CEMENTO	:	423.1 Kg
AGREGADO FINO	:	1351.0 Kg
AGUA	:	275.0 Lts.
TOTAL DE MATERIAL		2,049.1 Kg

ESPECIFICACIONES El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI, seguida de las experiencias registradas en el Laboratorio.

RECOMENDACIONES:

- El Diseño fue realizado con el contenido de humedad del agregado fino en el laboratorio.
- Se debe verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplearlo en la mezcla, a fin de efectuar las correcciones por humedad.
- La cantidad de material por metro cúbico considera al agregado en condición seca.
- Los valores obtenidos corresponden solo para el tipo de agregado y cemento empleados para el presente diseño.


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio de Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
INGENIERA

V^oB^o Jefe de Laboratorio



**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA,
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA
CEMENTO - ARENA**

CEMENTO

Peso específico : 3.15 Kg/m³

AGREGADO FINO

Cantera : Chuquival.
Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta Km. 13+200.

Color : Blanca
Peso específico : 2.67 gr/cc.
Peso Unitario Suelto : 1,527 Kg/m³
Peso Unitario Compactado : 1,709 Kg/m³
Absorción : 0.59 %
Humedad : 1.20 %
Módulo de Fineza : 1.50
Clasificación SUCS : SP-SM
Clasificación AASHTO : A-3 (0)

Mallas	Peso Retenido	% Retenido		% Pasa
		Parcial	Acum.	
N°04	0.00	0.00	0.00	100.00
N°08	0.05	0.01	0.01	99.99
N°16	1.20	0.24	0.25	99.75
N°30	18.71	3.74	3.99	96.01
N°50	261.66	52.33	56.32	43.68
N°100	165.08	33.02	89.34	10.66
N°200	27.51	5.50	94.84	5.16


 Responsable del Ensayo
 Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


 LILIANA BAUTISTA SEPA
 INGENIERA

V°B° Jefe de Laboratorio

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

f_c DE DISEÑO	:	210	Kg/cm ²		
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	3.23	/ 26.78 Lt/Bolsa
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	3.11	/ 26.78 Lt/Bolsa

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO	:	42.50 Kg
AGREGADO FINO	:	137.30 Kg
AGUA	:	26.78 lts.
PESO TOTAL DE MATERIALES		206.58 Kg

RENDIMIENTO

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

N° de Ensayos	1	2	3	
Peso de molde + mortero (gr.)	8592	8595	8592	
Peso de molde (gr.)	2869	2869	2869	
Peso de mortero	5723	5726	5723	
Volumen de Bachata	2823	2823	2823	PROMEDIO
PESO UNITARIO DEL MORTERO	2.027	2.028	2.027	2027 Kg/m³

RENDIMIENTO POR BOLSA DE CEMENTO

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{206.58 \text{ Kg.}}{2027 \text{ Kg/m}^3} = 0.1019 \text{ m}^3.$$

$$\text{FACTOR CEMENTO} = \frac{1 \text{ m}^3.}{0.1019 \text{ m}^3.} = 9.81 \text{ Bolsas/m}^3.$$

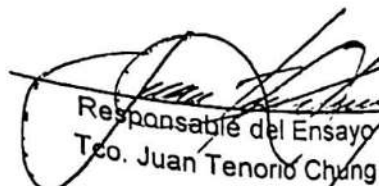
$$\text{CONTENIDO DE AIRE} : \frac{2276 - 2027}{2276} \times 100 = 10.94 \%$$

VALORES DE DISEÑO (m³)

CEMENTO	:	416.9 Kg
AGREGADO FINO	:	1330.9 Kg
AGUA	:	271.0 Lts.

VALORES DE OBRA (m³)

CEMENTO	:	416.9 Kg
AGREGADO FINO	:	1346.9 Kg
AGUA	:	262.7 Lts.


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP No 43843
INGENIERA CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'c de Diseño : 210 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obl. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	19/07/2012	26/07/2012	7	15.10	323.4	32,978	179	184	190
2	TESTIGO	19/07/2012	26/07/2012	7	15.20	340.4	34,711	181	192	
3	TESTIGO	19/07/2012	26/07/2012	7	15.20	343.6	35,037	181	194	

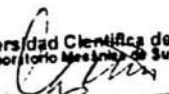
ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 19 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 7 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f_c = 190$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL
VºBº Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f 'c de Diseño : 210 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	19/07/2012	16/08/2012	28	15.30	459.0	46,805	184	254	251
2	TESTIGO	19/07/2012	16/08/2012	28	15.30	460.2	46,927	184	255	
3	TESTIGO	19/07/2012	16/08/2012	28	15.20	432.6	44,113	181	244	

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Capping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 19 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 28 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f_c = 251$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43169
V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE MORTERO
DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ
ASTM C - 78

Diseño : 210 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)
1	VIGA DE MORTERO 53.6 x 15.5 x 15.4	19/07/2012	16/08/2012	28	15.50	15.40	48.69	29.4	2,997	40

ESPECIFICACIONES : - Los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C - 78 y la NTP. 339.078.

OBSERVACIONES : - Las vigas de mortero fueron elaboradas de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

RESULTADOS : - El Módulo de rotura del Mortero es de 40 kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 42823
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA, SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

DATOS DE PROBETA :	N° 01
Diseño	210
Diámetro (cm)	15.20
Longitud (cm)	30.30
Área (cm ²)	181.46
Fecha Vaciado	19/07/2012
Fecha Rotura	16/08/2012
Edad (días)	28

CARGA MAXIMA (KN)	447.20
CARGA MAXIMA (KG)	45586
ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	251

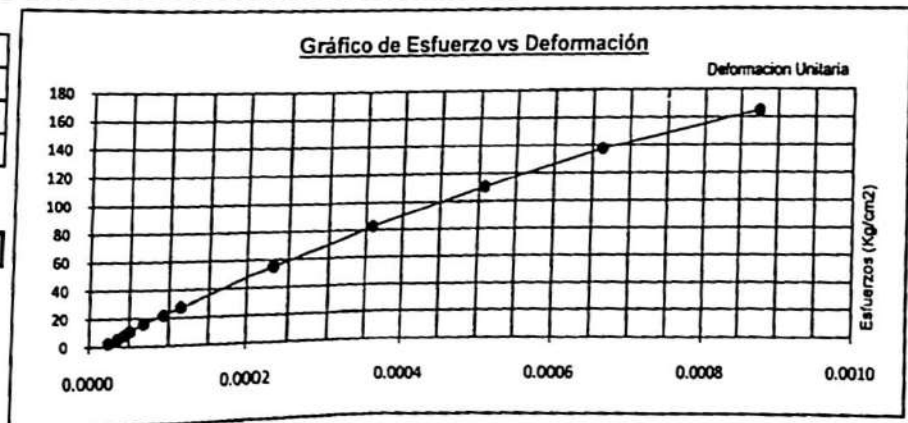
LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (cm)	20.5
-----------------------------------	------

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	LECTURA (mm)	DEFORMACIÓN (CM)	DEFORMACIÓN REAL	DEFORMACIÓN UNITARIA
500	2.76	0.010000	0.0010000	0.0005000	0.0000244
1000	5.51	0.0150000	0.0015000	0.0007500	0.0000366
1500	8.27	0.0180000	0.0018000	0.0009000	0.0000439
2000	11.02	0.0210000	0.0021000	0.0010500	0.0000512
3000	16.53	0.0280000	0.0028000	0.0014000	0.0000683
4000	22.04	0.0380000	0.0038000	0.0019000	0.0000927
5000	27.55	0.0470000	0.0047000	0.0023500	0.0001146
10000	55.11	0.0950000	0.0095000	0.0047500	0.0002317
15000	82.66	0.1470000	0.0147000	0.0073500	0.0003585
20000	110.22	0.2080000	0.0208000	0.0104000	0.0005073
25000	137.77	0.2720000	0.0272000	0.0136000	0.0006634
30000	165.33	0.3590000	0.0359000	0.0179500	0.0008756

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	10.57
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	100.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004543

#MÓDULO ELÁSTICO 222,186



- ESPECIFICACIONES**
- OBSERVACIONES** :
- Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-469.
 - La probeta se ensayo utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
 - La probeta se ensayo en condición húmeda.
- RESULTADOS** :
- El Módulo Elástico Estático del Mortero a compresión es de 222186 Kg/cm².

Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio

Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



**A.4 CONCRETO CON FIBRAS $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – DISEÑO DE MEZCLAS,
ENSAYO DE COMPRESION, ENSAYO DE FLEXION Y MODULO DE
ELASTICIDAD**

**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (CON FIBRAS)
CEMENTO - ARENA**

f _c DE DISEÑO	:	210	Kg/cm ²	
ASENTAMIENTO	:	2" - 3"		
MARCA Y TIPO DE CEMENTO	:	ARGOS TIPO Ico Plus		
FACTOR CEMENTO	:	9.95	Bolsas/m ³	
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.65		
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.66		
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	: 3.20 /	28.05 Lt/Bolsa
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	: 3.11 /	28.05 Lt/Bolsa

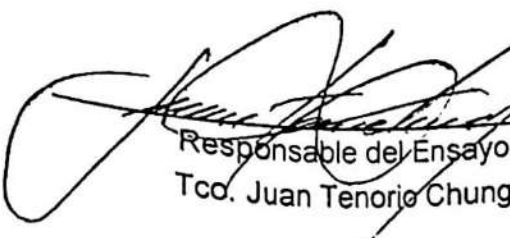
CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO

CEMENTO	:	423.1	Kg
AGREGADO FINO	:	1351.0	Kg
AGUA	:	275.0	Lts.
FIBROMAC12	:	0.8	Kg
FIBRA WIRAND FF1	:	25.0	Kg
TOTAL DE MATERIAL		2,074.9	Kg

ESPECIFICACIONES El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI, seguida de las experiencias registradas en el Laboratorio.

RECOMENDACIONES:

- El Diseño fue realizado con el contenido de humedad del agregado fino en el laboratorio.
- Se debe verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplearlo en la mezcla, a fin de efectuar las correcciones por humedad.
- La cantidad de material por metro cúbico considera al agregado en condición seca.
- Los valores obtenidos corresponden solo para el tipo de agregado y cemento empleados para el presente diseño.


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA BARRERA

V°B° Jefe de Laboratorio

**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA
CEMENTO - ARENA

CEMENTO

Peso específico : 3.15 Kg/m³

AGREGADO FINO

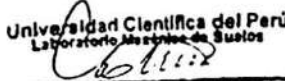
Cantera : Chuquival.
Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta Km. 13+200.

Color : Blanca
Peso específico : 2.67 gr/cc.
Peso Unitario Suelto : 1,527 Kg/m³
Peso Unitario Compactado : 1,709 Kg/m³
Absorción : 0.59 %
Humedad : 0.27 %
Módulo de Fineza : 1.50
Clasificación SUCS : SP-SM
Clasificación AASHTO : A-3 (0)

Mallas	Peso Retenido	% Retenido		% Pasa
		Parcial	Acum.	
N°04	0.00	0.00	0.00	100.00
N°08	0.05	0.01	0.01	99.99
N°16	1.20	0.24	0.25	99.75
N°30	18.71	3.74	3.99	96.01
N°50	261.66	52.33	56.32	43.68
N°100	165.08	33.02	89.34	10.66
N°200	27.51	5.50	94.84	5.16



Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung

Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
 CIP N° 3511
 INGENIERA
 V°B° Jefe de Laboratorio

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

f_c DE DISEÑO	:	210	Kg/cm ²		
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	3.20	/	28.05 Lt/Bolsa
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	3.11	/	28.05 Lt/Bolsa

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO	:	42.51 Kg
AGREGADO FINO	:	136.10 Kg
AGUA	:	28.06 lts.
FIBROMAC 12	:	0.08 Kg
FIBRA WIRAND FF1	:	2.51 Kg
PESO TOTAL DE MATERIALES		209.26 Kg

RENDIMIENTO

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

N° de Ensayos	1	2	3	
Peso de molde + mortero (gr.)	8528	8532	8594	
Peso de molde (gr.)	2864	2864	2864	
Peso de mortero	5664	5668	5730	
Volumen de Bachata	2823	2823	2823	PROMEDIO
PESO UNITARIO DEL MORTERO	2.006	2.008	2.030	2015 Kg/m³

RENDIMIENTO POR BOLSA DE CEMENTO

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{209.26 \text{ Kg.}}{2015 \text{ Kg/m}^3} = 0.1038 \text{ m}^3.$$

$$\text{FACTOR CEMENT} = \frac{1 \text{ m}^3.}{0.1038 \text{ m}^3.} = 9.64 \text{ Bolsas/m}^3.$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE} : \frac{2302 - 2015}{2302} \times 100 = 12.47 \%$$

VALORES DE DISEÑO (m³)

CEMENTO	:	409.8 Kg
AGREGADO FINO	:	1308.5 Kg
AGUA	:	266.2 lts.
FIBROMAC 12	:	778.2 Kg
FIBRA WIRAND FF1	:	24.2 Kg

VALORES DE OBRA (m³)

CEMENTO	:	409.8 Kg
AGREGADO FINO	:	1312.0 Kg
AGUA	:	270.5 lts.
FIBROMAC 12	:	778.2 Kg
FIBRA WIRAND FF1	:	24.2 Kg

[Handwritten Signature]
Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos
[Handwritten Signature]
LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL
V°B Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39


f'c de Diseño : 210 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	19/07/2012	20/07/2012	1	15.00	62.0	6,322	177	36	39
2	TESTIGO	19/07/2012	20/07/2012	1	15.10	74.2	7,566	179	42	
3	TESTIGO	19/07/2012	20/07/2012	1	15.10	66	6,730	179	38	

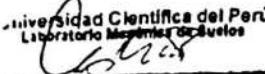
ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 19 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 1 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de f'c = 39 Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43847
INGENIERO CIVIL
Vº Bº Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f 'c de Diseño : 210 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	19/07/2012	22/07/2012	3	15.10	187.4	19,109	179	107	91
2	TESTIGO	19/07/2012	22/07/2012	3	15.10	130.8	13,338	179	75	

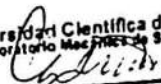
ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Capping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 19 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 3 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de f_c = 91 Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
(INGENIERO CIVIL)
V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'_c de Diseño : 210 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	19/07/2012	02/08/2012	14	15.20	395.2	40,299	181	223	216
2	TESTIGO	19/07/2012	02/08/2012	14	15.20	396.2	40,401	181	223	
3	TESTIGO	19/07/2012	02/08/2012	14	15.20	359	36,567	181	202	


ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 19 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 14 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f_c = 216$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio de Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO
V°B Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'_c de Diseño : 210 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	19/07/2012	17/09/2012	60	15.20	487.4	49,701	181	275	269
2	TESTIGO	19/07/2012	17/09/2012	60	15.20	498.4	50,823	181	281	
3	TESTIGO	19/07/2012	17/09/2012	60	15.00	434	44,256	177	250	

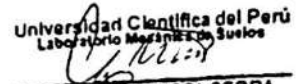
ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 19 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 60 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f'_c = 269$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Ico. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43873
INGENIERO CIVIL
V°B° Jefe de Laboratorio



**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
 REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO
 ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE MORTERO
 DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ
 ASTM C - 78**

de Diseño : 210 Kg/cm²

Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
VIGA DE MORTERO 61.4 x 15.5 x 15.4	24/07/2012	27/07/2012	3	15.50	15.40	56.50	13.8	1,407	22	22
VIGA DE MORTERO 61.4 x 15.5 x 15.4	24/07/2012	27/07/2012	3	15.50	15.40	56.50	14.2	1,448	22	

SPECIFICACIONES : - Los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C - 78 y la NTP. 339.078.

OBSERVACIONES : - Las vigas de mortero fueron elaboradas de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
 - Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
 - La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
 - Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

RESULTADOS : - El Módulo de rotura del Mortero es de 22 kg/cm².

[Handwritten Signature]
 Responsable del Ensayo
 Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos
[Handwritten Signature]
 LILIANA BAUTISTA SERPA
 CIP Nº 43423
 INGENIERO CIVIL
 VºBº Jefe de Laboratorio



**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
 REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO
 ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE MORTERO
 DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ
 ASTM C - 78**

de Diseño : 210 Kg/cm²

Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
	VIGA DE MORTERO 53.8 x 15.5 x 15.6	24/07/2012	21/08/2012	28	15.50	15.60	48.69	28.2	2,875	37	37.5
	VIGA DE MORTERO 53.7 x 15.5 x 15.6	24/07/2012	21/08/2012	28	15.50	15.60	48.69	29.4	2,997	38	

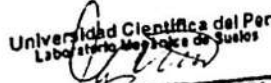
ESPECIFICACIONES : - Los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C - 78 y la NTP. 339.078.

OBSERVACIONES : - Las vigas de mortero fueron elaboradas de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
 - Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
 - La fractura se localizó fuera del tercio medio de la luz, menor al 5% de la luz.
 - Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

RESULTADOS : - El Módulo de rotura del Mortero es de 37.5 kg/cm².


 Responsable del Ensayo
 Tco. Juan Tenorio Chung




 Universidad Científica del Perú
 Laboratorio de Mecánica de Suelos
 LILIANA BAUTISTA SERPA
 CIP N° 43823
 INGENIERO CIVIL
 V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

CONDICIONES DE PROBETA :

N°	01
Diseño	210
Diámetro (cm)	15.10
Alargamiento (cm)	30.20
Área (cm ²)	179.08
Vaciado	19/07/2012
Rotura	02/08/2012
(días)	14

CARGA MAXIMA (KN)	381.20
CARGA MAXIMA (KG)	38858
ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	217

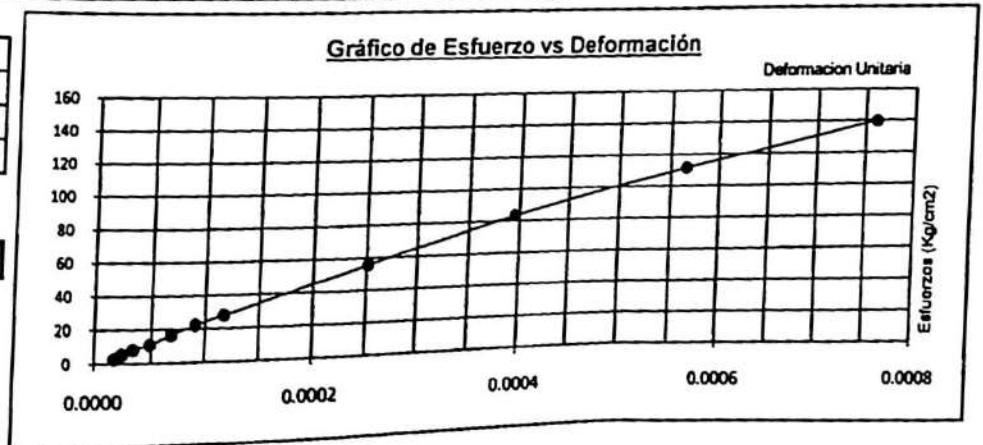
LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (cm)	20.5
-----------------------------------	------

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	LECTURA (mm)	DEFORMACIÓN (CM)	DEFORMACIÓN REAL	DEFORMACIÓN UNITARIA
500	2.79	0.0070000	0.0007000	0.0003500	0.0000171
1000	5.58	0.0100000	0.0010000	0.0005000	0.0000244
1500	8.38	0.0140000	0.0014000	0.0007000	0.0000341
2000	11.17	0.0200000	0.0020000	0.0010000	0.0000488
3000	16.75	0.0280000	0.0028000	0.0014000	0.0000683
4000	22.34	0.0370000	0.0037000	0.0018500	0.0000902
5000	27.92	0.0480000	0.0048000	0.0024000	0.0001171
10000	55.84	0.1030000	0.0103000	0.0051500	0.0002512
15000	83.76	0.1620000	0.0162000	0.0081000	0.0003951
20000	111.68	0.2320000	0.0232000	0.0116000	0.0005659
25000	139.6	0.3120000	0.0312000	0.0156000	0.0007610

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

(Esfuerzo a 0.00005)	11.51
(Deformación a 0.00005)	0.0000500
(40% Esfuerzo máx.)	86.80
(40% Esfuerzo máx.)	0.0004137

MÓDULO ELÁSTICO : 207,011



- ESPECIFICACIONES**
- OBSERVACIONES** :
- Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-469.
 - La probeta se ensayo utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
 - La probeta se ensayo en condición húmeda.
- RESULTADOS** :
- El Módulo Elástico Estático del Mortero a compresión es de 207011 Kg/cm²

Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

Liliana Bautista Serpa

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio

Responsable del Ensayo

Jco. Juan Tenorio Chunga



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

DATOS DE PROBETA	:	N° 02
Diseño	:	210
Diámetro (cm)	:	15.00
Longitud (cm)	:	30.30
Área (cm ²)	:	176.71
Fecha Vaciado	:	19/07/2012
Fecha Rotura	:	16/08/2012
Edad (días)	:	28

CARGA MÁXIMA (KN)	413.00
CARGA MÁXIMA (KG)	42100
ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	238

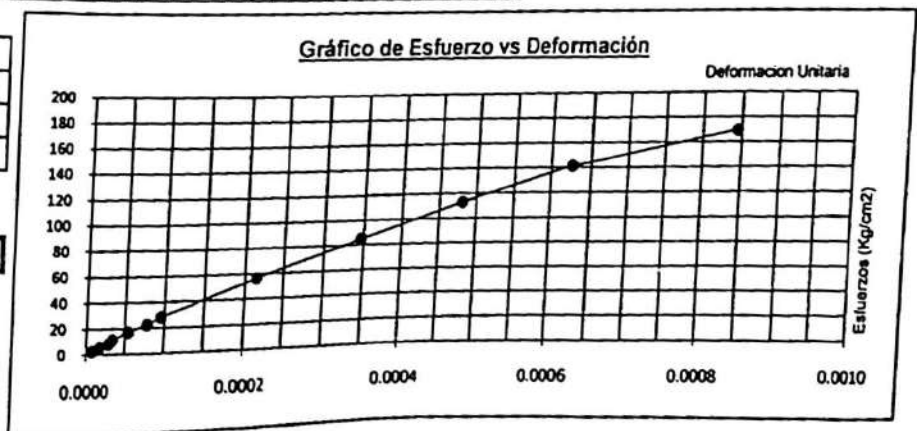
LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (cm)	20.5
-----------------------------------	------

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	LECTURA (mm)	DEFORMACIÓN (CM)	DEFORMACIÓN REAL	DEFORMACIÓN UNITARIA
500	2.83	0.0030000	0.0003000	0.0001500	0.0000073
1000	5.66	0.0070000	0.0007000	0.0003500	0.0000171
1500	8.49	0.0120000	0.0012000	0.0006000	0.0000293
2000	11.32	0.0140000	0.0014000	0.0007000	0.0000341
3000	16.98	0.0220000	0.0022000	0.0011000	0.0000537
4000	22.64	0.0320000	0.0032000	0.0016000	0.0000780
5000	28.29	0.0390000	0.0039000	0.0019500	0.0000951
10000	56.59	0.0880000	0.0088000	0.0044000	0.0002146
15000	84.88	0.1420000	0.0142000	0.0071000	0.0003463
20000	113.18	0.1970000	0.0197000	0.0098500	0.0004805
25000	141.47	0.2570000	0.0257000	0.0128500	0.0006268
30000	169.77	0.3460000	0.0346000	0.0173000	0.0008439

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	15.91
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	95.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003952

MÓDULO ELÁSTICO = 229,693



- ESPECIFICACIONES** :
- OBSERVACIONES** :
- Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-469.
 - La probeta se ensayo utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
 - La probeta se ensayo en condición húmeda.
- RESULTADOS** :
- El Módulo Elástico Estático del Mortero a compresión es de 229693 Kg/cm².

Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio

Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



**A.5 CONCRETO SIN FIBRAS $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$ – DISEÑO DE MEZCLAS,
ENSAYO DE COMPRESION, ENSAYO DE FLEXION Y MODULO DE
ELASTICIDAD**

**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (SIN FIBRA)
CEMENTO - ARENA**

f _c DE DISEÑO	:	245	Kg/cm ²		
ASENTAMIENTO	:	2" - 3"			
MARCA Y TIPO DE CEMENTO	:	ARGOS TIPO Ico Plus			
FACTOR CEMENTO	:	11.27	Bolsas/m ³		
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.57			
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.55			
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	: 2.76	/	23.38 Lt/Bolsa
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	: 2.66	/	23.38 Lt/Bolsa

CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO

CEMENTO	:	479.0	Kg
AGREGADO FINO	:	1308.3	Kg
AGUA	:	273.0	Lts.
TOTAL DE MATERIAL		2,060.3	Kg

ESPECIFICACIONES El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI, seguida de las experiencias registradas en el Laboratorio.

RECOMENDACIONES:

- El Diseño fue realizado con el contenido de humedad del agregado fino en el laboratorio.
- Se debe verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplearlo en la mezcla, a fin de efectuar las correcciones por humedad.
- La cantidad de material por metro cúbico considera al agregado en condición seca.
- Los valores obtenidos corresponden solo para el tipo de agregado y cemento empleados para el presente diseño.


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 42883

Vº Bº Jefe de Laboratorio

**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

**CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA
CEMENTO - ARENA**

CEMENTO

Peso específico : 3.15 Kg/m³

AGREGADO FINO

Cantera : Chuquival.
Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta Km. 13+200.

Color : Blanca
Peso específico : 2.67 gr/cc.
Peso Unitario Suelto : 1,527 Kg/m³
Peso Unitario Compactado : 1,709 Kg/m³
Absorción : 0.59 %
Humedad : 1.20 %
Módulo de Fineza : 1.50
Clasificación SUCS : SP-SM
Clasificación AASHTO : A-3 (0)

Mallas	Peso Retenido	% Retenido		% Pasa
		Parcial	Acum.	
N°04	0.00	0.00	0.00	100.00
N°08	0.05	0.01	0.01	99.99
N°16	1.20	0.24	0.25	99.75
N°30	18.71	3.74	3.99	96.01
N°50	261.66	52.33	56.32	43.68
N°100	165.08	33.02	89.34	10.66
N°200	27.51	5.50	94.84	5.16



Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung

Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
INGENIERA CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

f_c DE DISEÑO	:	245	Kg/cm ²		
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	2.76	/ 23.38 Lt/Bolsa
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.66	/ 23.38 Lt/Bolsa

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO	:	42.50 Kg
AGREGADO FINO	:	117.30 Kg
AGUA	:	23.38 lts.
PESO TOTAL DE MATERIALES		183.18 Kg

RENDIMIENTO

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

N° de Ensayos	1	2	3	
Peso de molde + mortero (gr.)	8637	8720	8476	
Peso de molde (gr.)	2870	2870	2870	
Peso de mortero	5767	5850	5606	
Volumen de Bachata	2823	2823	2823	PROMEDIO
PESO UNITARIO DEL MORTERO	2.043	2.072	1.986	2034 Kg/m³

RENDIMIENTO POR BOLSA DE CEMENTO

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{183.18 \text{ Kg.}}{2034 \text{ Kg/m}^3} = 0.0901 \text{ m}^3.$$

$$\text{FACTOR CEMENT} = \frac{1 \text{ m}^3.}{0.0901 \text{ m}^3.} = 11.1 \text{ Bolsas/m}^3.$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE} : \frac{2287 - 2034}{2287} \times 100 = 11.06 \%$$

VALORES DE DISEÑO (m³)

CEMENTO	:	471.8 Kg
AGREGADO FINO	:	1286.6 Kg
AGUA	:	267.5 Lts.

VALORES DE OBRA (m³)

CEMENTO	:	471.8 Kg
AGREGADO FINO	:	1302.0 Kg
AGUA	:	259.5 Lts.

Responsable del Ensayo
 Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos

 LILIANA BALITISTA SERPA
 CIP N° 43823
 INGENIERO CIVIL
 VºBº Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39


f'_c de Diseño : 245 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/07/2012	23/07/2012	3	15.20	251.0	25,595	181	141	150
2	TESTIGO	20/07/2012	23/07/2012	3	15.20	278.8	28,430	181	157	
3	TESTIGO	20/07/2012	23/07/2012	3	15.00	264.8	27,002	177	153	

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.


OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 20 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 3 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f_c = 150$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Dco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'_c de Diseño : 245 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/07/2012	27/07/2012	7	15.20	398.0	40,585	181	224	226
2	TESTIGO	20/07/2012	27/07/2012	7	15.20	404.2	41,217	181	228	

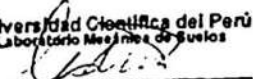
ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 20 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 7 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f_c = 226$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 41823
V°B Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

$f'c$ de Diseño : 245 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/07/2012	17/08/2012	28	15.00	533.8	54,432	177	308	310
2	TESTIGO	20/07/2012	17/08/2012	28	15.20	550.2	56,105	181	310	
3	TESTIGO	20/07/2012	17/08/2012	28	15.30	560.4	57,145	184	311	

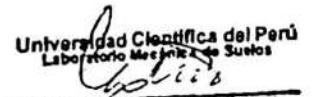
ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 20 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 28 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f'c = 310$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'_c de Diseño : 245 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/07/2012	18/09/2012	60	15.10	556.2	56,717	179	317	321
2	TESTIGO	20/07/2012	18/09/2012	60	15.10	555.0	56,594	179	316	
3	TESTIGO	20/07/2012	18/09/2012	60	15.10	578.0	58,940	179	329	

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES :
- Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 20 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 60 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f'_c = 321$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43843
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE MORTERO
DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ
ASTM C - 78

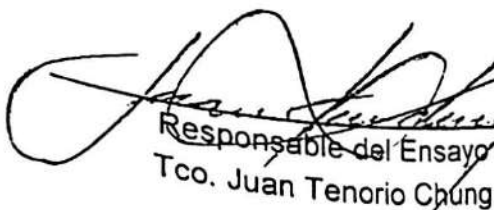
de Diseño : 245 Kg/cm²

Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)
VIGA DE MORTERO 53.6 x 15.5 x 15.8	20/07/2012	17/08/2012	28	15.50	15.80	48.69	34.0	3,466	44

ESPECIFICACIONES : - Los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C - 78 y la NTP. 339.078.

OBSERVACIONES : - Las vigas de mortero fueron elaboradas de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
- Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
- La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
- Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

RESULTADOS : - El Módulo de rotura del Mortero es de 44 kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 4383
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

DATOS DE PROBETA	:	N° 01
Diseño	:	245
Diámetro (cm)	:	15.20
Longitud (cm)	:	30.40
Área (cm ²)	:	181.46
Fecha Vaciado	:	20/07/2012
Fecha Rotura	:	17/08/2012
Edad (días)	:	28

CARGA MAXIMA (KN)	549.20
CARGA MAXIMA (KG)	55984
ESFUERZO MAXIMO (KG/CM ²)	309

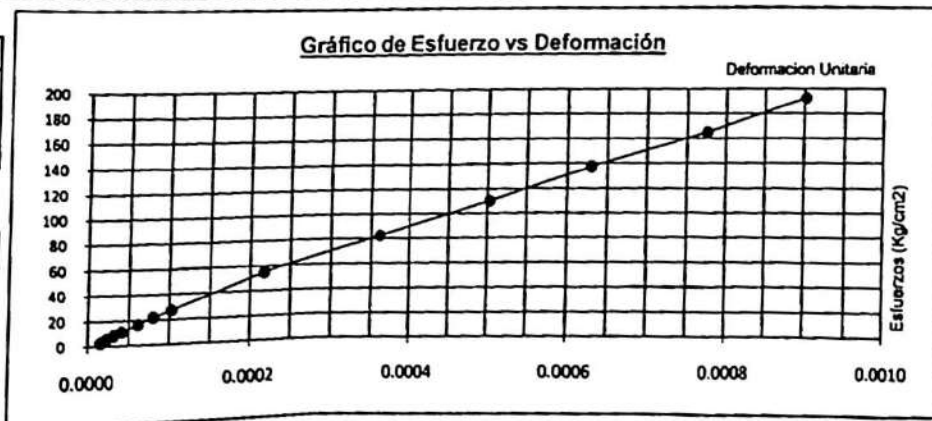
LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (cm)	20.5
-----------------------------------	------

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	LECTURA (mm)	DEFORMACIÓN (CM)	DEFORMACIÓN REAL	DEFORMACIÓN UNITARIA
500	2.76	0.0060000	0.0006000	0.0003000	0.0000146
1000	5.51	0.0090000	0.0009000	0.0004500	0.0000220
1500	8.27	0.0130000	0.0013000	0.0006500	0.0000317
2000	11.02	0.0170000	0.0017000	0.0008500	0.0000415
3000	16.53	0.0250000	0.0025000	0.0012500	0.0000610
4000	22.04	0.0330000	0.0033000	0.0016500	0.0000805
5000	27.55	0.0420000	0.0042000	0.0021000	0.0001024
10000	55.11	0.0890000	0.0089000	0.0044500	0.0002171
15000	82.66	0.1480000	0.0148000	0.0074000	0.0003610
20000	110.22	0.2060000	0.0206000	0.0103000	0.0005024
25000	137.77	0.2580000	0.0258000	0.0129000	0.0006293
30000	165.33	0.3180000	0.0318000	0.0159000	0.0007756
35000	192.88	0.3700000	0.0370000	0.0185000	0.0009024

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	13.42
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	123.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005640

MÓDULO ELÁSTICO = 214,358



- ESPECIFICACIONES** : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-469.
- OBSERVACIONES** : - La probeta se ensayo utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
: - La probeta se ensayo en condición húmeda.
- RESULTADOS** : - El Módulo Elástico Estático del Mortero a compresión es de 214358 Kg/cm².

[Signature]
Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos
[Signature]
LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INSTRUMENTAL
V°B° Jefe de Laboratorio

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	CONCRETO	1.00	m ³	120.00	120.00
2	ACERO	0.10	m ³	1200.00	120.00
3	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
4	CEMENTO	0.10	m ³	1200.00	120.00
5	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
6	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
7	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
8	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
9	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
10	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00

CANTIDAD DE MATERIAL POR M² DE PARED

A.6 CONCRETO CON FIBRAS $f_c = 245 \text{ kg/cm}^2$ – DISEÑO DE MEZCLAS, ENSAYO DE COMPRESION, ENSAYO DE FLEXION Y MODULO DE ELASTICIDAD

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	CONCRETO	1.00	m ³	120.00	120.00
2	ACERO	0.10	m ³	1200.00	120.00
3	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
4	CEMENTO	0.10	m ³	1200.00	120.00
5	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
6	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
7	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
8	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
9	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00
10	AGUADA	0.10	m ³	120.00	12.00



**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (CON FIBRAS)
CEMENTO - ARENA**

F _c DE DISEÑO	:	245	Kg/cm ²		
ASENTAMIENTO	:	2" - 3"			
MARCA Y TIPO DE CEMENTO	:	ARGOS TIPO Ico Plus			
FACTOR CEMENTO	:	11.27	Bolsas/m ³		
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.57			
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.58			
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	: 2.74	/ 24.65	Lt/Bolsa
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	: 2.66	/ 24.65	Lt/Bolsa

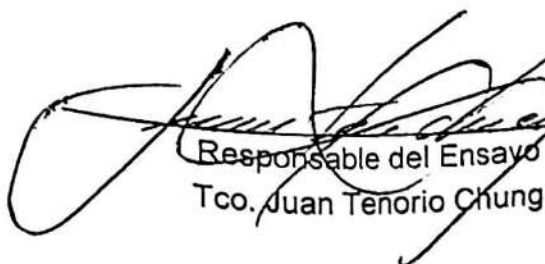
CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO

CEMENTO	:	479.0	Kg
AGREGADO FINO	:	1308.3	Kg
AGUA	:	273.0	Lts.
FIBROMAC12	:	0.8	Kg
FIBRA WIRAND FF1	:	25.0	Kg
TOTAL DE MATERIAL		2,086.1	Kg

ESPECIFICACIONES El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI, seguida de las experiencias registradas en el Laboratorio.

RECOMENDACIONES:

- El Diseño fue realizado con el contenido de humedad del agregado fino en el laboratorio.
- Se debe verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplearlo en la mezcla, a fin de efectuar las correcciones por humedad.
- La cantidad de material por metro cúbico considera al agregado en condición seca.
- Los valores obtenidos corresponden solo para el tipo de agregado y cemento empleados para el presente diseño.


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 42143

Jefe de Laboratorio



**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA
SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO
EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA
CEMENTO - ARENA

CEMENTO

Peso específico : 3.15 Kg/m³

AGREGADO FINO

Cantera : Chuquival.

Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta Km. 13+200.

Color : Blanca

Peso específico : 2.67 gr/cc.

Peso Unitario Suelto : 1,527 Kg/m³

Peso Unitario Compactado : 1,709 Kg/m³

Absorción : 0.59 %

Humedad : 0.27 %

Módulo de Fineza : 1.50

Clasificación SUCS : SP-SM

Clasificación AASHTO : A-3 (0)

Mallas	Peso Retenido	% Retenido		% Pasa
		Parcial	Acum.	
N°04	0.00	0.00	0.00	100.00
N°08	0.05	0.01	0.01	99.99
N°16	1.20	0.24	0.25	99.75
N°30	18.71	3.74	3.99	96.01
N°50	261.66	52.33	56.32	43.68
N°100	165.08	33.02	89.34	10.66
N°200	27.51	5.50	94.84	5.16


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
INGENIERA
V°B° Jefe de Laboratorio

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C-138

f_c DE DISEÑO : 245 Kg/cm²
 DOSIFICACIÓN EN PESO : 1 : 2.74 / 24.65 Lt/Bolsa
 DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN : 1 : 2.66 / 24.65 Lt/Bolsa

DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO : 42.51 Kg
 AGREGADO FINO : 116.44 Kg
 AGUA : 24.60 lts.
 FIBROMAC 12 : 0.07 Kg
 FIBRA WIRAND FF1 : 2.22 Kg
PESO TOTAL DE MATERIALES : 185.84 Kg

RENDIMIENTO

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

N° de Ensayos	1	2	3	
Peso de molde + mortero (gr.)	8704	8706	8842	
Peso de molde (gr.)	2870	2870	2870	
Peso de mortero	5834	5836	5972	
Volumen de Bachata	2823	2823	2823	PROMEDIO
PESO UNITARIO DEL MORTERO	2.067	2.067	2.115	2083 Kg/m ³

RENDIMIENTO POR BOLSA DE CEMENTO

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{185.84 \text{ Kg.}}{2083 \text{ Kg/m}^3} = 0.0892 \text{ m}^3.$$

$$\text{FACTOR CEMENT} = \frac{1 \text{ m}^3.}{0.0892 \text{ m}^3} = 11.22 \text{ Bolsas/m}^3.$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE} : \frac{2313 - 2083}{2313} \times 100 = 9.94 \%$$

VALORES DE DISEÑO (m³)

CEMENTO : 477.0 Kg
 AGREGADO FINO : 1302.9 Kg
 AGUA : 271.9 lts.
 FIBROMAC 12 : 800.0 Kg
 FIBRA WIRAND FF1 : 24.9 Kg

VALORES DE OBRA (m³)

CEMENTO : 477.0 Kg
 AGREGADO FINO : 1306.4 Kg
 AGUA : 276.0 lts.
 FIBROMAC 12 : 800.0 Kg
 FIBRA WIRAND FF1 : 24.9 Kg

Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
 C.I.E. N° 43873
 INCE-18780 OMT

V°B° Jefe de Laboratorio

Responsable del Ensayo
 Tco. Juan Tenorio Chung





"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'_c de Diseño : 245 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/07/2012	21/07/2012	1	15.15	56.6	5,772	180	32	35
2	TESTIGO	20/07/2012	21/07/2012	1	15.20	61.6	6,281	181	35	
3	TESTIGO	20/07/2012	21/07/2012	1	15.15	69	6,995	180	39	


ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 20 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 1 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de $f'_c = 35$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43813
V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39


f'c de Diseño : 245 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/07/2012	03/08/2012	14	15.10	468.2	47,743	179	267	258
2	TESTIGO	20/07/2012	03/08/2012	14	15.30	451.0	45,989	184	250	
3	TESTIGO	20/07/2012	03/08/2012	14	15.10	452	46,071	179	257	

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 20 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 14 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de f'c = 258 Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos


LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 13112
INGENIERA CIVIL

V^oB^o Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO
CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f 'c de Diseño : 245 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaceo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO	20/07/2012	18/09/2012	60	15.20	563.2	57,430	181	317	315
2	TESTIGO	20/07/2012	18/09/2012	60	15.10	549.8	56,064	179	313	
3	TESTIGO	20/07/2012	18/09/2012	60	15.10	552	56,309	179	315	

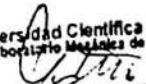
ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

OBSERVACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de Capping en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 20 de julio de 2012
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 60 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresion de f'c = 315 Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43822
INGENIERA
V°B° Jefe de Laboratorio



**"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y
 REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO
 ARGOS TIPO I CO PLUS +"**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE MORTERO
 DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ
 ASTM C - 78**

de Diseño : 245 Kg/cm²

Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
VIGA DE MORTERO 61.4 x 15.5 x 15.4	25/07/2012	01/08/2012	7	15.50	15.40	56.50	20.8	2,120	33	33.5
VIGA DE MORTERO 61.4 x 15.5 x 15.4	25/07/2012	01/08/2012	7	15.50	15.40	56.50	21.4	2,181	34	

ESPECIFICACIONES : - Los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C - 78 y la NTP. 339.078.

OBSERVACIONES : - Las vigas de mortero fueron elaboradas de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
 - Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
 - La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
 - Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

RESULTADOS : - El Módulo de rotura del Mortero es de 33.5 kg/cm².


 Responsable del Ensayo
 Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos

 LILIANA BAUTISTA SERPA
 CIP Nº 43823
 INGENIERO
 VºBº Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE MORTERO
DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ
ASTM C - 78

de Diseño : 245 Kg/cm²

SL	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
	VIGA DE MORTERO 53.8 x 15.5 x 15.6	25/07/2012	22/08/2012	28	15.50	15.60	48.69	34.6	3,527	46	46
	VIGA DE MORTERO 53.8 x 15.5 x 15.6	25/07/2012	22/08/2012	28	15.50	15.60	48.69	34.6	3,527	46	

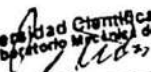
ESPECIFICACIONES : - Los ensayos se realizaron según la Norma ASTM C - 78 y la NTP. 339.078.

OBSERVACIONES : - Las vigas de mortero fueron elaboradas de acuerdo al diseño de mezcla solicitado.
 - Las vigas se ensayaron en condiciones húmedas.
 - La fractura se localizó dentro del tercio medio de la luz.
 - Las dimensiones promedio del espécimen se realizaron en la sección de falla.

RESULTADOS : - El Módulo de rotura del Mortero es de 46 kg/cm².


 Responsable del Ensayo
 Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
 CIP N° 43823
 INGENIERO C.A.L.
 V°B° Jefe de Laboratorio



"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

TOS DE PROBETA : N° 01
 Diseño : 245
 Ancho (cm) : 15.30
 Altura (cm) : 30.40
 Área (cm²) : 183.85
 Fecha Vaciado : 20/07/2012
 Fecha Rotura : 17/08/2012
 Edad (días) : 28

CARGA MAXIMA (KN)	520.00
CARGA MAXIMA (KG)	53007
ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	288

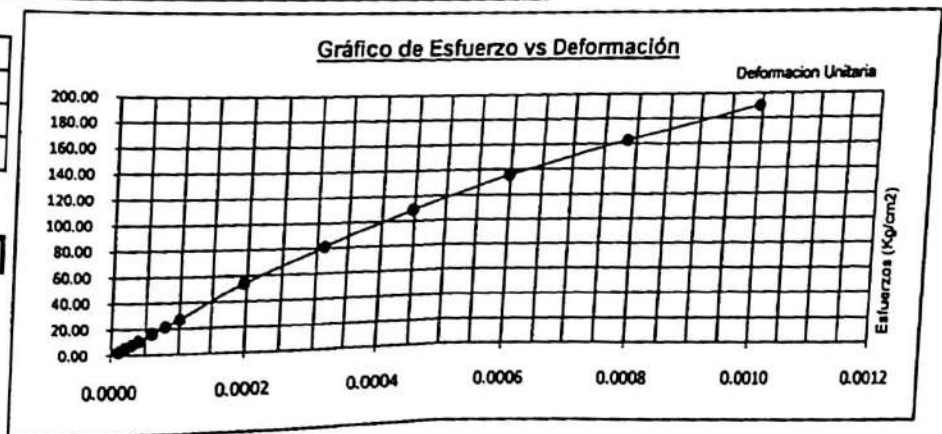
LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (cm)	20.5
-----------------------------------	------

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	LECTURA (mm)	DEFORMACIÓN (CM)	DEFORMACIÓN REAL	DEFORMACIÓN UNITARIA
500	2.72	0.0040000	0.0004000	0.0002000	0.0000098
1000	5.44	0.0080000	0.0008000	0.0004000	0.0000195
1500	8.16	0.0120000	0.0012000	0.0006000	0.0000293
2000	10.88	0.0160000	0.0016000	0.0008000	0.0000390
3000	16.32	0.0240000	0.0024000	0.0012000	0.0000585
4000	21.76	0.0320000	0.0032000	0.0016000	0.0000780
5000	27.20	0.0410000	0.0041000	0.0020500	0.0001000
10000	54.39	0.0800000	0.0080000	0.0040000	0.0001951
15000	81.59	0.1280000	0.0128000	0.0064000	0.0003122
20000	108.78	0.1830000	0.0183000	0.0091500	0.0004463
25000	135.98	0.2450000	0.0245000	0.0122500	0.0005976
30000	163.18	0.3220000	0.0322000	0.0161000	0.0007854
35000	190.37	0.4080000	0.0408000	0.0204000	0.0009951

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

(Esfuerzo a 0.00005)	13.95
(Deformación a 0.00005)	0.0000500
(40% Esfuerzo máx.)	115.20
(40% Esfuerzo máx.)	0.0004820

MÓDULO ELÁSTICO = 234,375



- ESPECIFICACIONES**
- OBSERVACIONES** :
- Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-469.
 - La probeta se ensayo utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
 - La probeta se ensayo en condición húmeda.
- RESULTADOS** :
- El Módulo Elástico Estático del Mortero a compresión es de 234375 Kg/cm².

Responsable del Ensayo
Tco. Juan Tenorio Chung



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP Nº 43823
INGENIERO CIVIL

VºBº Jefe de Laboratorio

"ESTUDIO COMPARATIVO DEL CONCRETO CEMENTO - ARENA SIMPLE Y REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EMPLEANDO CEMENTO ARGOS TIPO I CO PLUS +"

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

TOS DE PROBETA : N° 02

Diseño : 245

Diámetro (cm) : 15.20

Alargamiento (cm) : 30.70

Área (cm²) : 181.46

Vaciado : 20/07/2012

Rotura : 18/09/2012

(días) : 60

CARGA MÁXIMA (KN)	554.20
CARGA MÁXIMA (KG)	56493
ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	311

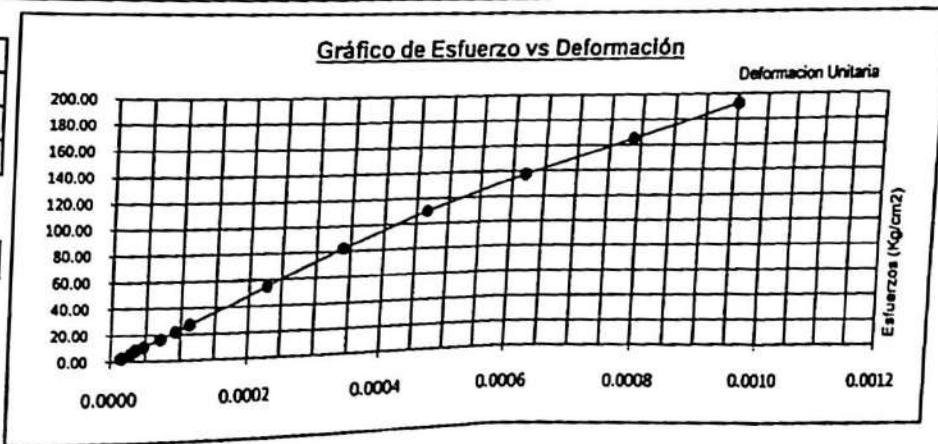
LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (cm)	20.5
-----------------------------------	------

CARGA (Kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	LECTURA (mm)	DEFORMACIÓN (CM)	DEFORMACIÓN REAL	DEFORMACIÓN UNITARIA
500	2.76	0.0060000	0.0006000	0.0003000	0.0000146
1000	5.51	0.0110000	0.0011000	0.0005500	0.0000268
1500	8.27	0.0140000	0.0014000	0.0007000	0.0000341
2000	11.02	0.0190000	0.0019000	0.0009500	0.0000463
3000	16.53	0.0290000	0.0029000	0.0014500	0.0000707
4000	22.04	0.0380000	0.0038000	0.0019000	0.0000927
5000	27.55	0.0460000	0.0046000	0.0023000	0.0001122
10000	55.11	0.0930000	0.0093000	0.0046500	0.0002268
15000	82.66	0.1390000	0.0139000	0.0069500	0.0003390
20000	110.22	0.1910000	0.0191000	0.0095500	0.0004659
25000	137.77	0.2540000	0.0254000	0.0127000	0.0006195
30000	165.33	0.3230000	0.0323000	0.0161500	0.0007878
35000	192.88	0.3900000	0.0390000	0.0195000	0.0009512

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

(Esfuerzo a 0.00005)	11.86
(Deformación a 0.00005)	0.0000500
(40% Esfuerzo máx.)	124.40
(40% Esfuerzo máx.)	0.0005450

MODULO ELASTICO : 227,354



ESPECIFICACIONES
OBSERVACIONES

- Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-469.
- La probeta se ensayo utilizando una capa de Caping en la parte superior e inferior.
- La probeta se ensayo en condición humeda.
- El Módulo Elástico Estático del Mortero a compresión es de 227354 Kg/cm².

RESULTADOS

Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERA CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio

Responsable del Ensayo
Ing. Juan Tenorio Chung



A.7 ENSAYO PARA DETERMINACION DE AIRE ATRAPADO (ENSAYO WASHINGTON)



Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO

"Año de la Integración Nacional y Reconocimiento de Nuestra Diversidad"

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : 56240-2012
 PETICIONARIO : UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
 ATENCIÓN : ING. LILIANA BAUTISTA SERPA
 OBRA : INVESTIGACIÓN ENSAYO EXPERIMENTAL CON FINES DE PAVIMENTACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO CEMENTO ARENA, REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO.
 UBICACIÓN : AV. QUIÑONES KM. 2.5 SAN JUAN
 FECHA DE RECEPCIÓN SOLICITUD : SAN BORJA, 28 DE JUNIO DEL 2012
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN BORJA, 28 DE JUNIO DEL 2012 (FACT. No. 040-026656)
 FECHA DE EMISIÓN : SAN BORJA, 04 DE JULIO DEL 2012

INFORME DE ENSAYO (PAG. 01 DE 01)

I. NORMAS EMPLEADAS PARA REALIZACIÓN DE ENSAYO :

Código : NTP 339.080-2011
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión. 2a ed. Tipo B.
 Código : ASTM C 231-2010
 Título : Standard test method for air content of freshly mixed concrete by pressure method

II. RESULTADOS :

MATERIALES	PROCEDENCIA	DOSIFICACIÓN PARA 0.0195 m ³	AIRE
Cemento	Portland Argos Tipo I Co. Plus	9,68 kg	8.5 %
Arena Fina	Blanca	27,00 kg	
Agua	Potable	4,82 L	

III. EQUIPO MEDIDOR DE CONTENIDO DE AIRE :

Marca : FORNEY
 Modelo : LA - 0316
 N° de Serie : LA031

OBSERVACIONES :

- Elaboración y ensayo realizados por personal LAC -LEM SENCICO , el día 2012/07/04, con equipo Washington previamente calibrado.
- Para la elaboración y ensayo el peticionario proporciono los materiales y las características del diseño.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP: 004: 1993)

TÉCNICO LAC-LEM : J.B.S
 P CH


 Ing. VANNA GUFFANTI PARRA
 Jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales



B. ANEXOS 02 – NTP 339.078 METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO (usando una viga simple con carga al tercio de luz)



METODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO (Usando una Viga Simple con carga al tercio de la luz)

1. Alcance

- 1.1 Este método cubre la determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto por el uso de una viga simple con carga al tercio de la luz.
- 1.2 Los valores indicados en unidades pulgada-libra deben ser considerados como el estándar. El equivalente del SI de unidades pulgada-libra ha sido redondeada cuando sea necesario para su aplicación práctica.
- 1.3 Esta norma no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si las hubiera, asociadas con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma para establecer adecuadas prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

2. Referencias Documentos

3. Importancia y Uso

3.1 Este método de ensayo se utiliza para determinar la resistencia a la flexión de especímenes preparados y curados de acuerdo con Métodos de Ensayo C 42 o Prácticas C 31 o C-192. Los resultados son calculados y reportados como el módulo de ruptura.

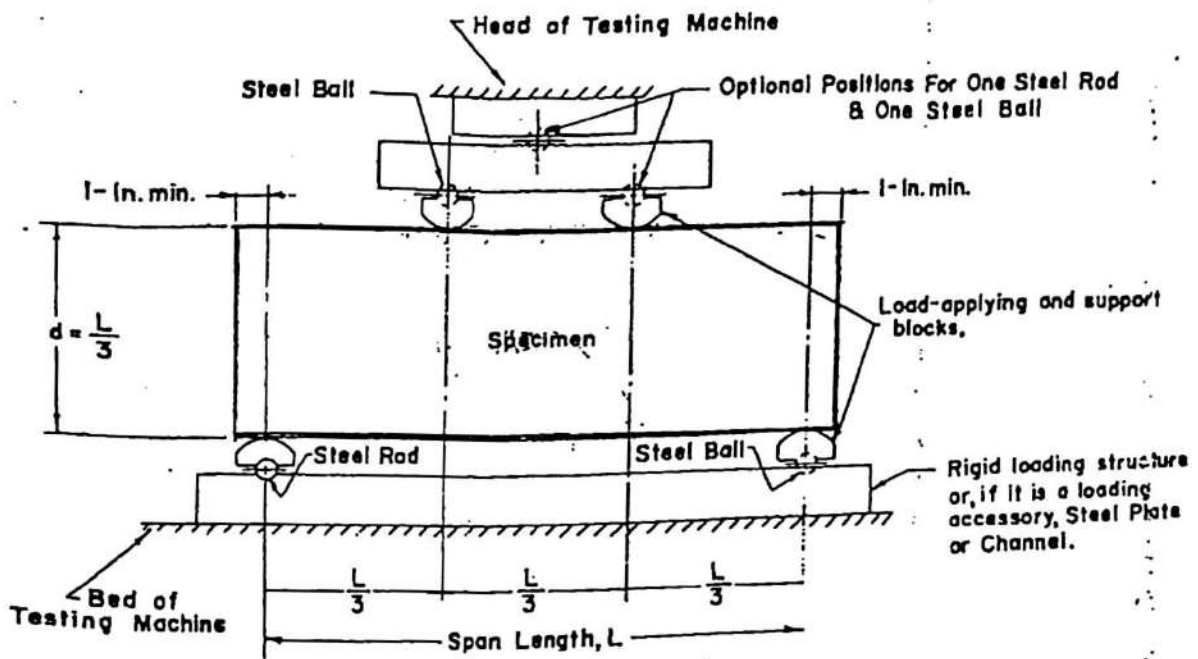
La fuerza determinada variará donde hay diferencias en el tamaño del espécimen, la preparación, condiciones de humedad, el curado, o donde la viga ha sido moldeado o aserrado al tamaño.

3.2 Los resultados de este método de ensayo puede ser utilizado para determinar cumplimiento de las especificaciones o como una base para dosificar, la mezcla y las operaciones de colocación. Se utiliza en el ensayo de concreto para la construcción de losas y pavimentos (Nota 1).

4. Aparato

4.1 La máquina de ensayo debe ajustarse a los requisitos de las secciones de base de la verificación, correcciones, y el tiempo Intervalo entre verificaciones de Prácticas de E 4. Las máquinas de ensayos de operación manual tienen bombas que no permiten una continua carga en un golpe no están permitidas. Las bombas motorizadas u operadas manualmente tienen desplazamientos positivos, tienen suficiente volumen en un continuo movimiento para completar un ensayo, sin requerir reposición están permitidas y deben ser capaces de aplicar cargas un una velocidad uniforme sin choque o interrupciones.

4.2 Aparato de Carga.- El método de carga al tercio medio del elemento debe ser usado en ensayos de flexión del concreto, empleando bloques de soporte, el cual asegurará que las fuerzas aplicadas hacia la viga deberán ser perpendiculares hacia la cara del espécimen (horizontal) y aplicada sin excentricidad. Un diagrama de un aparato que cumple este propósito está mostrado en la Fig. 1.



Nota 1.- Este aparato puede ser usado invertido. Si la máquina de ensayo aplica la fuerza a través de un cabezal de asiento esférico, el centro del pivote puede ser omitido, siempre y cuando un bloque de aplicación de carga de los pivotes en una barra y el otro en una bola.

Fig. 1. Vista en diagrama del aparato conveniente para la prueba de flexión del concreto con la carga aplicada al tercio medio del elemento.

4.2.1 Todos los aparatos para realizar ensayos de flexión del concreto deben ser capaces de mantener la distancia entre apoyos especificada; así como las distancias entre los bloques de la carga aplicada (punto de carga) y los bloques de soporte (puntos de apoyo) constante dentro de 2mm (± 0.05 pulg). (± 1.3 mm).

4.2.2 Las reacciones deberán ser paralelas hacia la dirección de la fuerza aplicada en todo momento durante el ensayo. La relación de la distancia entre el punto de aplicación de la carga y la reacción más cercana y la altura de la viga (profundidad) no deberá ser menor que uno.

4.2.3 Si un aparato similar como el ilustrado en la Fig. 1. es empleado: la aplicación de la carga y soporte de los bloques no deben ser más que $2 \frac{1}{2}$ pulg (64mm) de

altura, medido desde el centro o eje del pivote y deben extenderse completamente a través o más allá del ancho completo del espécimen.

Cada uno de las superficies de soporte en contacto (bloques para aplicación de carga) en contacto con el espécimen no podrá salirse desde el plano por más de 0.002 pulg (0.005mm) y tendrá forma cilíndrica, y el eje debe coincidir ya sea con el eje del rodillo o con el centro de la rótula esférica. El ángulo (al centro) definido por la superficie curvada de cada bloque (placa) debe ser por lo menos 45° (0,79 rad).

La carga aplicada (placas de carga) y el soporte de los bloques deben ser mantenidos en una posición vertical (por medio de mecanismos de presión) por medio de tornillos con resorte que sostienen estos en contacto con los rodillos o rótulas (esféricas) de acero. La placa de apoyo superior y el balón del punto central in Fig.1 (el rodillo y la rótula de acero de los bloques de apoyo) pueden omitirse, cuando el bloque de soporte de la máquina de prueba sea de asiento esférico, siempre que en los bloques de aplicación de carga se use un rodillo y una rótula de acero pivoteadas para la parte superior de aplicación de carga de los bloques.

MUESTRA: Cada muestra debe consistir en cuando menos 2 especímenes de una misma mezcla que se prueben a la edad del proyecto. La longitud del espécimen debe ser la distancia entre apoyos más 50mm como mínimo.

5. Ensayo

5.1 El espécimen de ensayo deberá cumplir con todos los requisitos de Método de Ensayo C 42 o Prácticas C31 o C192 aplicables hacia la viga y especímenes prismáticos, y la distancia entre apoyos debe ser 3 veces el peralte de la viga, con una tolerancia de 2% (ésta distancia debe ser marcada en las paredes de la viga antes del ensayo).

Las caras laterales del espécimen deberán estar en ángulo recto con la parte superior e inferior (caras horizontales). Todas las superficies deberán ser lisas y libres de identificaciones grabadas, hendiduras, orificios, o marcas de identificación incritos.

5.2 El técnico que realiza la prueba de resistencia a la flexión debe estar certificado como Técnico de ACI-Grado II, o por un escrito equivalente y programa de ensayos de rendimiento.

NOTA 1-El laboratorio de ensayo que realiza este método de ensayo puede ser evaluado de acuerdo con la Práctica C 1077.

Condiciones ambientales. Estas condiciones se realizan de acuerdo a las condiciones ambientales del lugar de prueba.

6. Procedimiento

6.1 Las pruebas de flexión de especímenes húmedos curados, deben realizarse tan pronto después de haberlo removido de la cámara húmeda. La Superficie seca del espécimen resulta una reducción en la medida de la resistencia a la flexión.

6.2 Cuando se utiliza especímenes moldeados, gire a la muestra de ensayo en su lado con respecto a su posición como fue moldeado y centrarla en los bloques de soporte. Cuando se utilizan muestras aserradas, la posición el espécimen es de tal manera que la tensión de la cara corresponde a la parte superior o parte inferior de la muestra como cortar a partir del material primario.

Centre el sistema de carga en relación con la fuerza aplicada: Lleve los bloques de carga de aplicación en contacto con la superficie de la muestra en el tercio medio y aplicar una carga de entre 3 y 6% de la carga máxima estimada. Usar 0,004 pulgadas (0,10 mm) y 0,015 pulgadas (0,38 mm) del tipo de hoja de medidores de espesores, determinar si hay alguna brecha (diferencia) entre el espécimen y la carga aplicada o los bloques de soporte es mayor o menor que cada uno de los medidores sobre una longitud de 1 pulgada (25 mm) o más.

Lijar, tapar o usar tiras de cuero (cuñas) sobre la superficie de contacto del espécimen, si la separación de la línea de contacto entre ellas y los bloques es mayor de 0,004 in (0,10mm) de ancho. Las tiras de cuero (cuñas) deben ser uniformes 1/4 pulg (6,4 mm) de espesor, de 1 a 2 pulgadas (25 a 50 mm) de ancho y se extienden a través de la anchura total de la muestra.

Brechas de más de 0,015 pulgadas (0,38 mm), deben ser eliminados solo por capping o molienda. El lijado de las superficies laterales deben ser mínimo, ya que puede cambiar las características físicas del espécimen (y por tanto afectar los resultados). El Capping (nivelación) debe ser en concordancia con la sección aplicable de la practica C617.

6.3 Cargar el espécimen de manera continua, sin golpes de choque. La carga debe ser aplicada en proporción constante hasta el punto de quiebre. Aplicar la carga en una proporción (tasa) constante que incremente la tensión de las fibras entre 125 y 175 psi/min (0,86 y 1,21 MPa/min), cuando calculamos en concordancia con 8.1 hasta que ocurra la ruptura.

7. Medición del Especimen después del Ensayo:

7.1 Para determinar las dimensiones del espécimen para su uso en el cálculo del módulo de ruptura, tomar medidas a través de una de las caras fracturadas después del ensayo. Para cada dimensión, tomar una medición en cada borde y una en el centro de la sección transversal. Use tres mediciones para cada dirección, para determinar el ancho promedio y el (promedio) peralte promedio. Tome todas las medidas con una aprox. 0,05 in (1 mm). Si la fractura ocurre en una sección nivelada (capped) incluir el espesor de la nivelación en la medición.

8. Cálculos

8.1 Si la fractura se presenta, en el área de tensión, dentro del tercio medio de la longitud de apoyo, calcular el módulo de elasticidad como sigue:

$$R = PL/bd^2$$

Donde:

R = Módulo de Ruptura, en Kg/cm² (o en psi, MPa, KPa).

P = Es la carga máxima aplicada, indicada por la máquina de ensayo Kg (lb, Nw).

L = Distancia entre apoyos, cm.

b = Ancho promedio del espécimen, cm, in, o mm, de la fractura.

d = Profundidad promedio del espécimen, cm, in, o mm, de la fractura.

Nota 2.- El peso de la viga no está incluido en el cálculo anterior.

8.2 Si la fractura (falla) se produce fuera (superficie de tensión) del tercio medio de su longitud de apoyo, y a una distancia de éste en, no más que 5% de su longitud de apoyo, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$R = 3Pa/bd^2$$

Donde:

a = Distancia promedio entre la línea de fractura (falla) y el apoyo (soporte) más cercano de la superficie (de tensión) de la viga, mm. (línea central de la superficie inferior de la viga)

Nota 3.- El peso de la viga no está incluido en el cálculo anterior.

8.3 Si la fractura (falla) se produce en la superficie (de tensión) fuera del tercio medio de la longitud de apoyo en más de 5% de la longitud de apoyo, desechar el resultado del ensayo.

9. Informe

9.1 Reportar la siguiente información:

9.1.1 Número de identificación,

9.1.2 Ancho promedio, cm, con una precisión de 0,05 pulgadas (1 mm),

9.1.3 Profundidad (peralte) promedio, cm, con una precisión de 0,05 pulgadas (1 mm).

9.1.4 Longitud de Apoyo, cm, en pulgadas (o milímetros),

9.1.5 Máxima carga aplicada en Kg, o libra-fuerza (o newtons),

9.1.6 Módulo de Ruptura calculado con aprox. a 0.1 Kg/cm², o psi, 0.05 MPa.

9.1.7 Condiciones de curado y humedad del espécimen al momento de la prueba.

9.1.8 Si el espécimen fue nivelado (capeado) o se usaron tiras de cuero.

9.1.9 Si fue aserrado o moldeado y defectos del espécimen.

9.1.10 Edad del espécimen.

10. Precisión y Sesgo:

10.1 Precisión.- El coeficiente de variación de los resultados de ensayos, han sido observados que dependen del nivel de resistencia de la viga. El coeficiente de variación de un solo operador ha sido encontrado que es 5.7%. Por lo tanto, resultados de dos ensayos correctamente realizados por el mismo operador en vigas provenientes de la misma muestra

de lote no debe diferir en cada uno de ellos por más de 16%. El coeficiente de variación de muchos laboratorios han sido encontrados como 7.0%. Por lo tanto, los resultados de dos diferentes laboratorios sobre vigas, realizadas de la misma muestra de lote, no debe diferir en cada uno de ellos por más de 19%.

10.2 Sesgo.- Como no hay un estándar adecuado para determinar el sesgo en este método de prueba ninguna declaración del sesgo se hace.

11. Palabras clave

11.1. Vigas de hormigón; pruebas de resistencia a la flexión, módulo de ruptura.

**C. ANEXOS 03 – APENDICE F DEL REGLAMENTO ACI 318S-08 DE
EQUIVALENCIAS DE UNIDADES EN DIVERSAS ECUACIONES NO
HOMEGENEAS**

APÉNDICE F

Equivalencia entre el sistema SI, el sistema mks, y el sistema inglés de las ecuaciones no homogéneas del Reglamento

	Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm ²	Sistema Ingles esfuerzos en libras por pulgada cuadrada (psi)
	1 MPa	10 kgf/cm ²	142.2 psi
	$f'_c = 21$ MPa	$f'_c = 210$ kgf/cm ²	$f'_c = 3,000$ psi
	$f'_c = 28$ MPa	$f'_c = 280$ kgf/cm ²	$f'_c = 4,000$ psi
	$f'_c = 35$ MPa	$f'_c = 350$ kgf/cm ²	$f'_c = 5,000$ psi
	$f'_c = 40$ MPa	$f'_c = 420$ kgf/cm ²	$f'_c = 6,000$ psi
	$f_y = 280$ MPa	$f_y = 2\,800$ kgf/cm ²	$f_y = 40,000$ psi
	$f_y = 420$ MPa	$f_y = 4\,200$ kgf/cm ²	$f_y = 60,000$ psi
	$f_{pu} = 1\,725$ MPa	$f_{pu} = 17\,600$ kgf/cm ²	$f_{pu} = 250,000$ psi
	$f_{pu} = 1\,860$ MPa	$f_{pu} = 19\,000$ kgf/cm ²	$f_{pu} = 270,000$ psi
	$\sqrt{f'_c}$ en MPa	$3.18\sqrt{f'_c}$ en kgf/cm ²	$12\sqrt{f'_c}$ en psi
	$0.313\sqrt{f'_c}$ en MPa	$\sqrt{f'_c}$ en kgf/cm ²	$3.77\sqrt{f'_c}$ en psi
	$0.083\sqrt{f'_c}$ en MPa	$0.27\sqrt{f'_c}$ en kgf/cm ²	$\sqrt{f'_c}$ en psi
	$0.17\sqrt{f'_c}$ en MPa	$0.53\sqrt{f'_c}$ en kgf/cm ²	$2\sqrt{f'_c}$ en psi
5-2)	$f'_{cr} = f'_c + 2.33s_s - 3.5$	$f'_{cr} = f'_c + 2.33s_s - 35$	$f'_{cr} = f'_c + 2.33s_s - 500$
Tabla 3.2.2	$f'_{cr} = f'_c + 7.0$	$f'_{cr} = f'_c + 70$	$f'_{cr} = f'_c + 1000$
	$f'_{cr} = f'_c + 8.3$	$f'_{cr} = f'_c + 84$	$f'_{cr} = f'_c + 1200$
	$f'_{cr} = 1.10f'_c + 5.0$	$f'_{cr} = 1.10f'_c + 50$	$f'_{cr} = 1.10f'_c + 700$
Tabla 2.2.1(c)	$\frac{0.0018 \times 420}{f_y}$	$\frac{0.0018 \times 4200}{f_y}$	$\frac{0.0018 \times 60,000}{f_y}$
Tabla 2.5.1	$E_c = w_c^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c}$	$E_c = w_c^{1.5} 0.14 \sqrt{f'_c}$	$E_c = w_c^{1.5} 33 \sqrt{f'_c}$
	$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$	$E_c = 15100 \sqrt{f'_c}$	$E_c = 57,000 \sqrt{f'_c}$
Tabla 2.6.1	$\lambda = f_{cr} / (0.56 \sqrt{f'_c}) \leq 1.0$	$\lambda = f_{cr} / (1.78 \sqrt{f'_c}) \leq 1.0$	$\lambda = f_{cr} / (6.7 \sqrt{f'_c}) \leq 1.0$
Tabla 2.5(a)	$(1.65 - 0.0003w_c) \geq 1.09$	$(1.65 - 0.0003w_c) \geq 1.09$	$(1.65 - 0.005w_c) \geq 1.09$
	$\left(0.4 + \frac{f_y}{700}\right)$	$\left(0.4 + \frac{f_y}{7000}\right)$	$\left(0.4 + \frac{f_y}{100,000}\right)$
Tabla 2.10)	$f_r = 0.62 \lambda \sqrt{f'_c}$	$f_r = 2 \lambda \sqrt{f'_c}$	$f_r = 7.5 \lambda \sqrt{f'_c}$
Tabla 2.12)	$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)} \geq 125 \text{ mm}$	$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{14000}\right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)} \geq 12.5 \text{ cm}$	$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{200,000}\right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)} \geq 5 \text{ in.}$
Tabla 2.13)	$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta} \geq 90 \text{ mm}$	$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{14000}\right)}{36 + 9\beta} \geq 9 \text{ cm}$	$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{200,000}\right)}{36 + 9\beta} \geq 3.5 \text{ in.}$
Tabla 2.10-3)	$A_{s,\min} = \frac{0.25 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \geq \frac{1.4}{f_y} b_w d$	$A_{s,\min} = \frac{0.8 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \geq \frac{14}{f_y} b_w d$	$A_{s,\min} = \frac{3 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d \geq \frac{200}{f_y} b_w d$

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abanto Castillo, F. (2002), *Tecnología del Concreto*, Lima-Perú, pp. 242.
- Barrera Villacorta, B. & Vargas Rojas, E (2006). *Investigación del Concreto de Arena. Practicas Pre-Profesional II, Carrera Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Particular de Iquitos.*
- Biondi Shaw, A. (2000). *Supervisión y control de calidad del concreto*. En Pasquel Carbajal, E., Biondi Shaw, A., Rivera Feijoo, J., Harmsen Gómez de la Torre, T., Morales Morales, R., Zegarra Ciquero, L. et. al. *Supervisión de obras de concreto*. (pp.33-58). Lima: ACI-Capítulo Peruano.
- Cemento Argos (2010). *Folleto, Especificaciones Técnicas.*
- Corcino Alborno, V. (2007) *Estudio comparativo de Concreto cemento - arena simple y reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando cemento Andino tipo V, Universidad Ricardo Palma.*
- Lozano Ancani, M. (2007). *Influencia del Curado en la Resistencia del Concreto Cemento – Arena. Informe Final de Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil, Carrera Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Particular de Iquitos.*
- ICG (2004). *Naturaleza y Materiales del Concreto. II Congreso Internacional de la Construcción y Expocon.*
- Luque Condado, (1981). *Tecnología del Concreto I, Separata Lima-Peru.*
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2000). *Manual de Ensayos de Materiales (EM 2000).*
- Olórtégui Flores, L. & Vasquez Lozano, J. (2005). *Dosis Porcentuales de Ceniza de Cascarilla de Arroz Adicionados al Concreto Cemento – Arena y su Efecto en la Resistencia a la Compresión (f_c) – Iquitos. Informe Final de Tesis para optar al Título de Ingeniero Civil, Carrera Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Particular de Iquitos.*
- Vilanova Fernandez, A. (2009) *Influencia de la dosificación y empleo de diferentes tipos de Cemento y adiciones en las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante. Universidad Politécnica de Madrid.*