



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**“ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN
DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN LAS
PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO
DE CALIDAD $f'c=210$ Kg/cm², ELABORADO CON
CEMENTO TIPO HE Y AGREGADOS DE LAS CANTERAS
DE CUNYAC Y VICHO”**

Presentado por los bachilleres:

Pino Moscoso, Rodrigo

Valencia Vargas, Jan Christian

Para optar al Título Profesional de
Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Ing. Victor Chacón Sánchez

CUSCO – PERÚ
2016



DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud, ser el manantial de vida y darme lo necesario para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita Bondad y Amor.

A mi mamá, Olga Vargas Zapata, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi papá, Jesús Ángel Valencia Hurtado, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan, y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis Hermanos, Jasem, Yaser y Hans, por ser el ejemplo a seguir, y del cual aprendí aciertos y de momentos difíciles.

A mis Amigos, quienes siempre han estado en los momentos en los que he necesitado.

Jan Christian Valencia Vargas



DEDICATORIA

A mis padres, por su dedicación, y esfuerzo.

A mi hermana, por su carisma, y apoyo que me brindó en la elaboración de esta investigación.

A mis abuelos, que con amor supieron exigir lo mejor de mí.

A mis docentes de los cuales tuve el privilegio de aprender.

A mis amigos, que tuve el agrado de conocer.

Rodrigo Pino Moscoso



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Andina del Cusco por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales, brindándonos una educación de calidad, tanto en conocimientos como en valores.

A nuestro asesor de tesis, Ingeniero Víctor Chacón Sánchez por aceptarnos para la realización de este trabajo de tesis bajo su dirección, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en nosotros poder terminar nuestros estudios con éxito.

De igual manera agradecer a nuestros docentes de los cursos de investigación, taller de tesis I y II, por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudaron a formarnos como personas.

Y por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para nuestras familias. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo esta dura tarea. A nuestros padres, por su ejemplo de lucha y honestidad, paciencia, inteligencia y generosidad, a nuestros hermanos, por sus buenos consejos y apoyo incondicional. Finalmente nos gustaría agradecer a nuestros docentes en toda la carrera profesional y amigos que nos ayudaron en la realización de esta investigación.

Ing. Edson Salas e Ing. Jorge Álvarez, por haber contribuido en el desarrollo de la presente investigación.

Al Ing. Jason de laboratorio de Suelos y Asfalto en el desarrollo de los ensayos.



RESUMEN

La siguiente investigación fue orientada al estudio de las propiedades físico mecánicas del concreto tradicional y la comparación de éste adicionado con microfibra de polipropileno.

La microfibra de polipropileno es un material de construcción el cual ayuda a reducir los agrietamientos en las primeras 24 horas después del vaciado, agrietamientos producidos por los cambios de volumen del concreto por la pérdida de agua en la mezcla.

La elaboración de las muestras para los ensayos fueron realizadas según lo indicado en las normas técnicas peruanas (NTP) sobre concreto; los cuales fueron muestras cilíndricas de 30 centímetros de altura por 15 centímetros de diámetro y prismas de 15 centímetros de base, 15 centímetros de altura por 50 centímetros de longitud 100% sólidas realizadas con cemento, agregado y la microfibra de polipropileno. Estas muestras fueron ensayadas en diversas dosificaciones, teniendo así un concreto patrón sin adición de microfibra, concreto adicionado con 250 gramos de microfibra por metro cúbico de concreto, concreto adicionado con 300 gramos de microfibra por metro cúbico de concreto y concreto adicionado con 350 gramos de microfibra por metro cúbico de concreto. Según los resultados, se obtuvieron conclusiones, las cuales destacan que la mayor resistencia a compresión y flexión aumentaron con la adición de la microfibra de polipropileno en una cantidad de 300 gr/m³, con cantidades mayor y menor el aumento de resistencia fue menor. La consistencia, obtenida a través del ensayo del slump, se vio disminuida con la mayor adición de la microfibra de polipropileno.

De esta manera se demostró que la microfibra de polipropileno es un material que mejora la resistencia a compresión y flexión del concreto, pero la consistencia disminuye con la mayor adición de microfibra.



ABSTRACT

The following research was aimed at studying the physical and mechanical properties of traditional concrete and comparing it with added polypropylene microfiber.

The polypropylene microfiber is a building material which helps reduce cracking in the first 24 hours after casting, cracking caused by volume changes of concrete by loss of water in the mixture.

The preparation of samples for testing were performed as indicated in the Peruvian technical standards (NTP) over concrete; cylindrical samples which were 30 centimeters high by 15 centimeters in diameter and 15 centimeters prisms base, 15 centimeters high by 50 centimeters in length 100% solid made with cement, aggregate and polypropylene microfiber. These samples were tested in different dosages, thus having a specific pattern without addition of microfiber, concrete added with 250 grams of microfiber per cubic meter of concrete, concrete added with 300 grams of microfiber per cubic meter of concrete and concrete added with 350 grams of microfiber per cubic meter of concrete. According to the results, conclusions were obtained, which emphasize that the greatest resistance to compression and bending increased with the addition of polypropylene microfiber in an amount of 300 g / m³, with higher and lower amounts increased resistance was lower. Consistency, obtained through the slump test, was diminished with the further addition of polypropylene microfiber.

Thus it was demonstrated that polypropylene microfiber is a material which improves resistance to compression and bending of the concrete, but the consistency decreases with increasing addition of polypropylene microfiber.



INTRODUCCIÓN

En la actualidad en la ciudad del Cusco, no se tiene certeza de la influencia de la microfibras de polipropileno, incorporada en gramos por un metro cúbico de concreto, sobre las propiedades físico mecánicas de los concretos con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborados con cemento portland tipo HE, y agregados de las canteras Vicho y Cunyac.

Se tendrá cuatro tipos de muestras las cuales serán especificadas como concreto patrón, concreto adicionado con 250 gramos de microfibras de polipropileno por metro cúbico de concreto, concreto adicionado con 300 gramos de microfibras de polipropileno por metro cúbico de concreto, concreto adicionado con 350 gramos de microfibras de polipropileno por metro cúbico de concreto, dichas muestras serán sometidas a pruebas de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y revenimiento. Así como también se calculó el peso unitario de cada muestra.

La importancia de este trabajo de investigación es que se podrá caracterizar los efectos de la incorporación de microfibras de polipropileno en las propiedades físico mecánicas del concreto y realizar una comparación entre la respuesta que presenta el concreto patrón y el concreto adicionado con las diferentes dosificaciones de microfibras de polipropileno.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA	1
1.1.2.1 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL.....	1
1.1.2.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS	2
1.1.2.2.1 Problema específico N° 1	2
1.1.2.2.2 Problema específico N° 2	2
1.1.2.2.3 Problema específico N° 3	2
1.1.2.2.4 Problema específico N° 4	2
1.1.2.2.5 Problema específico N° 5	2
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA	3
1.2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	3
1.2.3 JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD	3
1.2.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA	4



- 1.3 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 4
 - 1.3.1 LIMITACIONES CON RESPECTO A LOS MATERIALES..... 4
 - 1.3.1.1 Limitación de materiales N°014
 - 1.3.1.2 Limitación de materiales N°02.....4
 - 1.3.1.3 Limitación de materiales N°03.....4
 - 1.3.1.4 Limitación de materiales N°044
 - 1.3.1.5 Limitación de materiales N°05.....4
 - 1.3.1.6 Limitación de materiales N°06.....5
 - 1.3.2 LIMITACIÓN DE PRUEBAS 5
 - 1.3.2.1 Limitación de pruebas N°015
 - 1.3.2.2 Limitación de pruebas N°025
 - 1.3.2.3 Limitación de pruebas N°035
 - 1.3.2.4 Limitación de pruebas N°045
 - 1.3.2.5 Limitación de pruebas N°055
 - 1.3.2.6 Limitación de pruebas N°065
- 1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN 6
 - 1.4.1 OBJETIVO GENERAL 6
 - 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 6
 - 1.4.2.1 Objetivo específico N° 16
 - 1.4.2.2 Objetivo específico N° 2.....6
 - 1.4.2.3 Objetivo específico N° 3.....6
 - 1.4.2.4 Objetivo específico N° 4.....6
 - 1.4.2.5 Objetivo específico N° 5.....7
- 1.5 HIPÓTESIS 7
 - 1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL..... 7
 - 1.5.2 SUB-HIPÓTESIS 7
 - 1.5.2.1 Sub-hipótesis N° 17
 - 1.5.2.2 Sub-hipótesis N° 2.....7
 - 1.5.2.3 Sub-hipótesis N° 3.....7
 - 1.5.2.4 Sub-hipótesis N° 4.....8
 - 1.5.2.5 Sub-hipótesis N° 5.....8



- 1.6 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES 8
 - 1.6.1 VARIABLES INDEPENDIENTES 8
 - 1.6.1.1 DEFINICIÓN VARIABLES INDEPENDIENTES.....8
 - 1.6.1.1.1 X1: Cantidad de microfibra de polipropileno.....8
 - 1.6.1.2 DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES.....8
 - 1.6.2 VARIABLES DEPENDIENTES..... 9
 - 1.6.2.1 DEFINICION DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES.....9
 - 1.6.2.1.1 Y1: Resistencia al esfuerzo ultimo de compresión axial.....9
 - 1.6.2.1.2 Y2: Resistencia a la flexión.....9
 - 1.6.2.1.3 Y3: Peso Unitario.....9
 - 1.6.2.1.4 Y4: Revenimiento9
 - 1.6.2.2 INDICADORES DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES.....9
 - 1.6.3 VARIABLES INTERVINIENTES 9
 - 1.6.3.1 DEFINICION DE LAS VARIABLES INTERVINIENTES9
 - 1.6.3.1.1 Z1: Características de los agregados.....9
 - 1.6.3.1.2 Z2: Cemento.....10
 - 1.6.3.2 INDICADORES DE LAS VARIABLES INTERVINIENTES.....10
 - 1.6.4 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIBALES 11
- CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 12
 - 2.1 ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACIÓN ACTUAL 12
 - 2.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL..... 12
 - 2.1.2 ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL 14
 - 2.2 ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES 17
 - 2.2.1 DEFINICIÓN DEL CONCRETO..... 17
 - 2.2.2 LOS COMPONENTES DEL CONCRETO 18
 - 2.2.2.1 CEMENTO18
 - 2.2.2.1.1 MECANISMO DE HIDRATACIÓN DEL CEMENTO.....19
 - 2.2.2.1.1.1 PLÁSTICO.....20
 - 2.2.2.1.1.2 FRAGUADO INICIAL.....21



2.2.2.1.1.3 FRAGUADO FINAL	21
2.2.2.1.1.4 ENDURECIMIENTO	21
2.2.2.1.2 CEMENTO TIPO HE	22
2.2.2.2 AGREGADOS	23
2.2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	24
2.2.2.2.1.1 CONDICIONES DE SATURACIÓN	24
2.2.2.2.1.2 PESO ESPECÍFICO	24
2.2.2.2.1.3 PESO UNITARIO	24
2.2.2.2.1.4 PORCENTAJE DE VACÍOS	25
2.2.2.2.1.5 ABSORCIÓN	26
2.2.2.2.1.6 POROSIDAD	26
2.2.2.2.1.7 HUMEDAD	27
2.2.2.2.2 AGREGADO FINO	27
2.2.2.2.2.1 REQUISITOS	27
2.2.2.2.2.2 GRANULOMETRÍA	27
2.2.2.2.2.3 MODULO DE FINEZA	28
2.2.2.2.2.4 PARTÍCULAS INCONVENIENTES.....	31
2.2.2.2.2.5 MATERIA ORGÁNICA.....	31
2.2.2.2.3 AGREGADO GRUESO.....	32
2.2.2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS.....	32
2.2.2.2.3.2 GRANULOMETRÍA	32
2.2.2.2.3.3 TAMAÑO MÁXIMO.....	33
2.2.2.2.3.4 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL.....	33
2.2.2.2.3.5 PARTÍCULAS PERJUDICIALES	34
2.2.2.3 EL AGUA	35
2.2.2.3.1 EL AGUA DE MEZCLA.....	35
2.2.2.3.2 EL AGUA PARA CURADO	37
2.2.3 MICROFIBRA SINTÉTICA.....	38
2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS.....	39
2.2.3.2 VENTAJAS	39
2.2.3.3 DESVENTAJAS	40
2.2.3.4 USOS Y APLICACIONES:	40
2.2.3.5 PROPIEDADES FÍSICAS	41
2.2.3.6 ADHERENCIA DE LA FIBRA A LA MATRIZ DEL CONCRETO	42



- 2.2.3.7 COMPATIBILIDAD CON ADITIVOS.....42
- 2.2.3.8 DOSIFICACIÓN42
- 2.2.3.9 MODO DE EMPLEO DE LA FIBRA SINTÉTICA42
- 2.2.4 DISEÑO DE MEZCLAS 43
 - 2.2.4.1 MÉTODO DEL ACI 211.....43
- 2.2.5 PROPIEDADES DEL CONCRETO 49
 - 2.2.5.1 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO49
 - 2.2.5.1.1 PESO UNITARIO FRESCO.....49
 - 2.2.5.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO50
 - 2.2.5.2.1 RESISTENCIA.....50
 - 2.2.5.2.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....50
 - 2.2.5.2.2 MECANISMO DE FALLA DEL CONCRETO EN COMPRESIÓN50
 - 2.2.5.2.2.1 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....52
- CAPÍTULO III: METODOLOGÍA..... 53
- 3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... 53
 - 3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN 53
 - 3.1.1.1 TIPO: CUANTITATIVO.....53
 - 3.1.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN 53
 - 3.1.2.1 NIVEL: DESCRIPTIVO CORRELACIONAL53
 - 3.1.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 54
 - 3.1.3.1 MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO.....54
- 3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 54
 - 3.2.1 DISEÑO METODOLÓGICO 54
 - 3.2.2 DISEÑO DE INGENIERÍA 55
- 3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA..... 57
 - 3.3.1 POBLACIÓN..... 57
 - 3.3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN57
 - 3.3.1.2 CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN.....57
 - 3.3.2 MUESTRA 58



- 3.3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....58
- 3.3.2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA58
- 3.3.2.3 MÉTODO DE MUESTREO58
- 3.3.2.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE MUESTRA.....59
- 3.3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN..... 60
- 3.4 INSTRUMENTOS..... 61
- 3.4.1 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 61
- 3.4.1.1 GUÍAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS61
- 3.4.1.1.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO62
- 3.4.1.1.2 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO.....63
- 3.4.1.1.3 PESO UNITARIO DEL AGREGADO65
- 3.4.1.1.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO67
- 3.4.1.1.5 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO68
- 3.4.1.1.6 REVENIMIENTO DEL CONCRETO69
- 3.4.1.1.7 PESO UNITARIO DEL CONCRETO.....70
- 3.4.2 INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA 71
- 3.5 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS..... 72
- 3.5.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO 72
- 3.5.1.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA.....72
- 3.5.1.2 PROCEDIMIENTO.....72
- 3.5.1.3 TOMA DE DATOS73
- 3.5.2 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO 74
- 3.5.2.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA.....74
- 3.5.2.2 PROCEDIMIENTO.....74
- 3.5.2.3 TOMA DE DATOS76
- 3.5.3 PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS FINOS (NTP 400.022) 76
- 3.5.3.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA.....76
- 3.5.3.2 PROCEDIMIENTO.....77
- 3.5.3.3 TOMA DE DATOS79



- 3.5.10.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA 101
- 3.5.10.2 PROCEDIMIENTO 101
- 3.5.10.3 TOMA DE DATOS 104
 - 3.5.10.3.1 TOMA DATOS A LOS 7 DÍAS – RESISTENCIA A LA FLEXIÓN ... 104
 - 3.5.10.3.2 TOMA DATOS A LOS 28 DÍAS – RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.. 106
- 3.6 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS 108
 - 3.6.1 ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO 108
 - 3.6.1.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA 108
 - 3.6.1.2 DIAGRAMAS 109
 - 3.6.1.3 ANÁLISIS DE LA PRUEBA 109
 - 3.6.2 ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO 110
 - 3.6.2.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA 110
 - 3.6.2.2 DIAGRAMAS 111
 - 3.6.2.3 ANÁLISIS DE LA PRUEBA 112
 - 3.6.3 ANÁLISIS DEL PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS 112
 - 3.6.3.1 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO 112
 - 3.6.3.2 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO: 114
 - 3.6.3.3 ANÁLISIS DE LA PRUEBA 115
 - 3.6.4 ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS 115
 - 3.6.4.1 PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO 115
 - 3.6.4.1.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA 115
 - 3.6.4.1.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA 116
 - 3.6.4.2 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO 117
 - 3.6.4.2.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA 117
 - 3.6.4.2.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA 117
 - 3.6.5 ANÁLISIS DE ABRASIÓN EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES .. 118
 - 3.6.5.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA 118
 - 3.6.5.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA 118
 - 3.6.6 DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO 118
 - 3.6.6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO 119
 - 3.6.6.2 PASOS DEL DISEÑO DE MEZCLAS 120



3.6.6.3 DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 126

3.6.7 ANÁLISIS DEL REVENIMIENTO DEL CONCRETO 128

 3.6.7.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA 128

 3.6.7.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA 132

3.6.8 ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO 132

 3.6.8.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA 132

 3.6.8.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA 137

3.6.9 ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 137

 3.6.9.1 CORRECCIÓN DE RESISTENCIA SEGÚN LAS DIMENSIONES DE LAS BRIQUETAS 137

 3.6.9.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 141

 3.6.9.2.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA 141

 3.6.9.2.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA 146

3.6.10 ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO 146

 3.6.10.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA 146

 3.6.10.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA 151

CAPÍTULO IV: RESULTADOS 152

4.1 RESULTADOS DE ENSAYOS A AGREGADOS 152

4.2 RESULTADOS DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO 154

4.3 RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO 158

4.4 RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 159

 4.4.1 RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR DOSIFICACIÓN 159

 4.4.2 RESULTADOS RESUMEN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS 163

 4.4.3 RESULTADOS RESUMEN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS 164



4.5 RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO 165

4.5.1 RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR
DOSIFICACIÓN 165

4.5.2 RESULTADOS RESUMEN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS
7 DÍAS 169

4.5.3 RESULTADOS RESUMEN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS
28 DÍAS..... 170

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN 172

GLOSARIO..... 175

CONCLUSIONES..... 177

RECOMENDACIONES 182

REFERENCIA 184

ANEXOS 186

PANEL FOTOGRÁFICO 186

MATRIZ DE CONSISTENCIA 209

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS..... 210

TESTIGOS CON CEMENTO IP..... 210

TESTIGOS CON AGREGADO SIN LAVAR..... 211

RESULTADOS DE ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS 212

COSTOS DE LOS MATERIALES 213

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES..... 214



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES..... 11

TABLA N° 2: LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA EL AGREGADO FINO28

TABLA N° 3: CALIDAD DEL AGUA37

TABLA N° 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO.....45

TABLA N° 5: ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA DIVERSOS TIPOS DE OBRAS46

TABLA N° 6: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA.....46

TABLA N° 7: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO47

TABLA N° 8: RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA47

TABLA N° 9: CONDICIONES ESPECIALES DE EXPOSICIÓN48

TABLA N° 10: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO49

TABLA N° 11: DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA A ESTUDIAR59

TABLA N° 12: TABLA PARA LA RECOLECCIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DE LOS
AGREGADOS.....62

TABLA N° 13: TABLA PARA LA RECOLECCIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO
FINO.....63

TABLA N° 14: TABLA PARA LA RECOLECCIÓN DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO
GRUESO64

TABLA N° 15: TABLA PARA RECOLECCIÓN DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO65

TABLA N° 16: TABLA PARA RECOLECCIÓN DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO
GRUESO66

TABLA N° 17: TABLA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN67

TABLA N° 18: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....68

TABLA N° 19: DETERMINACIÓN DEL SLUMP69

TABLA N° 20: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA PESO UNITARIO DEL
CONCRETO70

TABLA N° 21: PESO RETENIDO AGREGADO FINO74

TABLA N° 22: PESO RETENIDO DEL AGREGADO GRUESO.....76

TABLA N° 23: DATOS OBTENIDOS PARA EL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO79

TABLA N° 24: DATOS OBTENIDOS PARA EL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO
GRUESO81

TABLA N° 25: DATOS PARA EL PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO82

TABLA N° 26: DATOS PARA PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO.....82

TABLA N° 27: DATOS PARA EL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO83

TABLA N° 28: DATOS PARA EL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO
GRUESO83



TABLA N° 29: DATOS OBTENIDOS ANTES Y DESPUÉS DEL ENSAYO DE ABRASIÓN EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES85

TABLA N° 30: REVENIMIENTO DEL CONCRETO PATRÓN.....87

TABLA N° 31: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250 GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO88

TABLA N° 32: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO89

TABLA N° 33: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO90

TABLA N° 34: PESO UNITARIO DEL CONCRETO PATRÓN.....93

TABLA N° 35: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250 GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO93

TABLA N° 36: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO94

TABLA N° 37: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO94

TABLA N° 38: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO PATRÓN97

TABLA N° 39: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO98

TABLA N° 40: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO98

TABLA N° 41: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO99

TABLA N° 42: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO PATRÓN99

TABLA N° 43: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO100

TABLA N° 44: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO100

TABLA N° 45: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO101



TABLA N° 46: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO PATRÓN 104

TABLA N° 47: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 104

TABLA N° 48: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 105

TABLA N° 49: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 105

TABLA N° 50: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO PATRÓN 106

TABLA N° 51: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 106

TABLA N° 52: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 107

TABLA N° 53: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 107

TABLA N° 54: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO 108

TABLA N° 55: LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA EL AGREGADO GRUESO 110

TABLA N° 56: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA EL AGREGADO GRUESO..... 111

TABLA N° 57: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO 116

TABLA N° 58: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO..... 116

TABLA N° 59: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO 117

TABLA N° 60: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO 117

TABLA N° 61: ABRASIÓN DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES..... 118

TABLA N° 62: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO Y FINO 119

TABLA N° 63: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (F'CR)..... 120

TABLA N° 64: DETERMINACIÓN DE PESOS ABSOLUTOS EN DISEÑO DE MEZCLAS..... 123

TABLA N° 65: DOSIFICACIÓN FINAL POR 1M³ DE CONCRETO 125

TABLA N° 66: DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PATRÓN PARA UNA BRIQUETA CIRCULAR 125

TABLA N° 67: DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PATRÓN PARA UNA VIGUETA RECTANGULAR..... 125

TABLA N° 68: DOSIFICACIÓN PARA 250GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN KG 126

TABLA N° 69: DOSIFICACIÓN PARA 300GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN KG 126

TABLA N° 70: DOSIFICACIÓN PARA 350GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN KG 127

TABLA N° 71: REVENIMIENTO DEL CONCRETO PATRÓN PROMEDIO..... 128



TABLA N° 72: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO..... 129

TABLA N° 73: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO..... 130

TABLA N° 74: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO..... 131

TABLA N° 75: PESO UNITARIO DEL CONCRETO PATRÓN PROMEDIO..... 133

TABLA N° 76: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO..... 134

TABLA N° 77: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO..... 135

TABLA N° 78: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO..... 136

TABLA N° 79: FACTORES DE CORRECCIÓN SEGÚN LA RELACIÓN LONGITUD DIÁMETRO..... 137

TABLA N° 80: CONDICIÓN LONGITUD – DIÁMETRO DE MUESTRA PATRÓN..... 138

TABLA N° 81: CONDICIÓN LONGITUD DIÁMETRO DE MUESTRA DE CONCRETO AÑADIDA CON 250GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 139

TABLA N° 82: CONDICIÓN LONGITUD DIÁMETRO DE MUESTRA DE CONCRETO AÑADIDA CON 300GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 140

TABLA N° 83: CONDICIÓN LONGITUD DIÁMETRO DE MUESTRA DE CONCRETO AÑADIDA CON 350GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 141

TABLA N° 84: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A LOS 7 DÍAS 142

TABLA N° 85: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A LOS 28 DÍAS 142

TABLA N° 86: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS..... 143

TABLA N° 87: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS..... 143

TABLA N° 88: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS..... 144

TABLA N° 89: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS..... 144

TABLA N° 90: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS..... 145

TABLA N° 91: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS..... 145

TABLA N° 92: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A LOS 7 DÍAS 147



TABLA N° 93: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A LOS 28 DÍAS 147

TABLA N° 94: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
250GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS..... 148

TABLA N° 95: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
250GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS..... 148

TABLA N° 96: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
300GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS..... 149

TABLA N° 97: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
300GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS..... 149

TABLA N° 98: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
350GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS..... 150

TABLA N° 99: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
350GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS..... 150

TABLA N° 100: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO..... 152

TABLA N° 101: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO 153

TABLA N° 102: RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS 154

TABLA N° 103: REVENIMIENTO EN CONCRETOS CON MICROFIBRA DE POLIPROPILENO
EN DISTINTAS DOSIFICACIONES Y SIN MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 154

TABLA N° 104: REVENIMIENTO EN CONCRETOS CON MICROFIBRA DE POLIPROPILENO
EN DISTINTAS DOSIFICACIONES Y SIN MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 155

TABLA N° 105: RESULTADOS DE LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO 156

TABLA N° 106: RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO 158

TABLA N° 107: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN..... 159

TABLA N° 108: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
250 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 160

TABLA N° 109: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
300 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 161

TABLA N° 110: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
350 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 162

TABLA N° 111: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y COMPARACIÓN
RESPECTO AL PATRÓN A LOS 7 DÍAS 163

TABLA N° 112: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y COMPARACIÓN
RESPECTO AL PATRÓN A LOS 28 DÍAS 164

TABLA N° 113: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN..... 165

TABLA N° 114: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
250 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 166

TABLA N° 115: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON
300 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 167



TABLA N° 116: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO	168
TABLA N° 117: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y COMPARACIÓN RESPECTO AL PATRÓN A LOS 7 DÍAS	169
TABLA N° 118: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y COMPARACIÓN RESPECTO AL PATRÓN A LOS 28 DÍAS	170
TABLA N° 119: MATRIZ DE CONSISTENCIA.	209
TABLA N° 120: RECOPIACIÓN DE DATOS DE LOS TESTIGOS CILÍNDRICOS ELABORADOS CON CEMENTO TIPO IP, ENSAYADO A LOS SIETE DÍAS.....	210
TABLA N° 121: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS ELABORADOS CON CEMENTO TIPO IP, ENSAYADO A LOS SIETE DÍAS.....	211
TABLA N° 122: RECOPIACIÓN DE DATOS DE LOS TESTIGOS CILÍNDRICOS ELABORADOS CON AGREGADO SUCIO, ENSAYADO A LOS SIETE DÍAS.	211
TABLA N° 123: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS ELABORADOS CON CEMENTO AGREGADO NO LAVADO, ENSAYADO A LOS SIETE DÍAS.	212
TABLA N° 124: RESUMEN DE DATOS DE LA COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS SIETE DÍAS DE CURADO DE LA MEZCLA PATRÓN VERSUS MEZCLA CON CEMENTO TIPO IP VERSUS MEZCLA CON AGREGADO SUCIO.....	212



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: CURVA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DE UNA PROBETA DE CONCRETO BAJO UNA CARGA DE COMPRESIÓN UNIAXIAL	51
FIGURA N° 2: COMPORTAMIENTO TENSIÓN-DEFORMACIÓN DEL CONCRETO BAJO UNA CARGA DE COMPRESIÓN UNIAXIAL.....	52
FIGURA N° 3: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA INVESTIGACIÓN	56
FIGURA N° 5: CUARTEO DEL AGREGADO FINO.....	72
FIGURA N° 6: TAMIZADO DEL AGREGADO FINO.....	73
FIGURA N° 7: MATERIAL RETENIDO EN LOS TAMICES	73
FIGURA N° 8: CUARTEO DEL AGREGADO	75
FIGURA N° 9: TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO	75
FIGURA N° 10: PESAJE DEL AGREGADO GRUESO.....	76
FIGURA N° 11: PESAJE DEL RECIPIENTE CON AGUA	77
FIGURA N° 12: REDUCCIÓN DEL MATERIAL.....	77
FIGURA N° 13: MATERIAL EN EL PICNÓMETRO	78
FIGURA N° 14: PESO DEL MATERIAL EN EL PICNÓMETRO CON AGUA.....	78
FIGURA N° 15: SECADO DE LA MUESTRA HASTA EL ESTADO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	80
FIGURA N° 16: MUESTRA EN LA CANASTILLA.....	80
FIGURA N° 17: PESO DEL MOLDE MÁS AGREGADO GRUESO.....	82
FIGURA N° 18: MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.....	84
FIGURA N° 19: MATERIAL RETIRADO DESPUES DE 500 VUELTAS EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.....	85
FIGURA N° 20: DETERMINACIÓN DEL REVENIMIENTO DEL CONCRETO.....	86
FIGURA N° 21: COLOCACIÓN DEL CONCRETO AL PRIMER TERCIO DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE	91
FIGURA N° 22: COMPACTADO DEL MATERIAL EN EL SEGUNDO TERCIO DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE.....	92
FIGURA N° 23: OBTENCION DEL PESO DE RECIPIENTE LLENO CONCRETO	92
FIGURA N° 24: FORMA DE COLOCACIÓN DE BRIQUETA CIRCULAR PARA ENSAYO A COMPRESIÓN	95
FIGURA N° 25: MÁQUINA DE COMPRESIÓN	96
FIGURA N° 26: DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LA BRIQUETA.....	96
FIGURA N° 27: ROTURA DE BRIQUETA.....	97
FIGURA N° 28: DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES EN VIGAS DE FLEXIÓN	102
FIGURA N° 29: ACONDICIONAMIENTO DE MÁQUINA DE COMPRESIÓN PARA ENSAYOS DE FLEXIÓN	102



FIGURA N° 30: PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN..... 103

FIGURA N° 31: MUESTRA ENSAYADA ROTULADA 103

FIGURA N° 32: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO 109

FIGURA N° 33: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO 112

FIGURA N° 34: REVENIMIENTO CONCRETO PATRÓN..... 128

FIGURA N° 35: COMPARACIÓN DE SLUMP CON 250GR/M3 DE MFP CON RESPECTO AL
CONCRETO PATRÓN 129

FIGURA N° 36: COMPARACIÓN DE SLUMP CON 300GR/M3 DE MFP CON RESPECTO AL
CONCRETO PATRÓN 130

FIGURA N° 37: COMPARACIÓN DE SLUMP CON 350GR/M3 DE MFP CON RESPECTO AL
CONCRETO PATRÓN 131

FIGURA N° 38: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO 152

FIGURA N° 39: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO 153

FIGURA N° 40: COMPARACIÓN DEL REVENIMIENTO EN CONCRETOS CON MICROFIBRA
DE POLIPROPILENO EN DISTINTAS DOSIFICACIONES Y SIN MICROFIBRA DE
POLIPROPILENO EN PULGADAS 155

FIGURA N° 41: COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL REVENIMIENTO EN CONCRETOS CON
MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN DISTINTAS DOSIFICACIONES Y SIN
MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 156

FIGURA N° 42: RESULTADOS DE LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO..... 157

FIGURA N° 43: RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO..... 158

FIGURA N° 44: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
PATRÓN..... 159

FIGURA N° 45: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ADICIONADO CON 250GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 160

FIGURA N° 46: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN
DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250 GR/M3 DE MICROFIBRA DE
POLIPROPILENO 160

FIGURA N° 47: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ADICIONADO CON 300 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 161

FIGURA N° 48: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN
DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 GR/M3 DE MICROFIBRA DE
POLIPROPILENO 161

FIGURA N° 49: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
ADICIONADO CON 350 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 162

FIGURA N° 50: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN
DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 GR/M3 DE MICROFIBRA DE
POLIPROPILENO 162

FIGURA N° 51: COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS 163



FIGURA N° 52: COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS 164

FIGURA N° 53: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN 165

FIGURA N° 54: GRÁFICO LINEAR “EDAD - RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO
ADICIONADO CON 250 GR/CM3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO..... 166

FIGURA N° 55: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL
CONCRETO ADICIONADO CON 250 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO... 166

FIGURA N° 56: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO
ADICIONADO CON 300 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 167

FIGURA N° 57: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL
CONCRETO ADICIONADO CON 300 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO... 167

FIGURA N° 58: GRÁFICO LINEAR “EDAD - RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO
ADICIONADO CON 350 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO 168

FIGURA N° 59: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL
CONCRETO ADICIONADO CON 350 GR/M3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO... 168

FIGURA N° 60: COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS 169

FIGURA N° 61: COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS 170

FIGURA N° 62: CUARTEO DE AGREGADO FINO MEZCLADO PROVENIENTES DE LAS
CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO PARA FUTURO TAMIZADO..... 186

FIGURA N° 63: TAMIZADO DEL AGREGADO FINO POR LA MÁQUINA DE ZARANDEO 186

FIGURA N° 64: CUARTEO DEL AGREGADO GRUESO PROVENIENTE DE LA CANTERA DE
VICHO PARA FUTURO TAMIZADO..... 187

FIGURA N° 65: AGREGADO GRUESO CUARTEADO. 187

FIGURA N° 66: DISTRIBUCIÓN DEL AREGADO FINO MEZCLADO PROVENIENTES DE LAS
CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO DE ACUERDO AL TAMAÑO..... 188

FIGURA N° 67: SECADO SUPERFICIAL DE AGREGADO GRUESO PARA ENSAYO DE PESO
ESPECÍFICO. 188

FIGURA N° 68: SECADO SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO PARA PESO
ESPECÍFICO. 188

FIGURA N° 69: SECADO SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO PARA PESO
ESPECÍFICO. 189

FIGURA N° 70: OBTENCIÓN DEL PESO SUMERGIDO DEL AGREGADO GRUESO PARA
PESO ESPECÍFICO..... 189

FIGURA N° 71: OBTENCIÓN DEL PESO SUMERGIDO DEL AGREGADO GRUESO PARA
PESO ESPECÍFICO..... 190

FIGURA N° 72: DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO
GRUESO..... 190

FIGURA N° 73: DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO
GRUESO..... 191

FIGURA N° 74: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO..... 191



FIGURA N° 75: TOMA DE DATOS DEL PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO. . 191

FIGURA N° 76: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO..... 192

FIGURA N° 77: TOMA DE DATOS PARA PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO..... 192

FIGURA N° 78: MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO..... 193

FIGURA N° 79: EXTRACCIÓN DE VACIOS DE LA FIOLA CON AGREGADO FINO Y AGUA DESTILADA..... 193

FIGURA N° 80: PESADO DE LA FIOLA CON AGREGADO GRUESO Y AGUA DESTILADA SIN VACIOS..... 194

FIGURA N° 81: PESADO DE LA MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PARA FUTURA UTILIZACIÓN EN LA MEZCLA DE CONCRETO..... 194

FIGURA N° 82: DOSIFICACIÓN EN PESO DEL AGREGADO FINO JUNTO CON NUESTRO INGENIERO DICTAMINANTE EDSON SALAS FORTÓN..... 195

FIGURA N° 83: DOSIFICACIÓN EN PESO DEL AGREGADO FINO JUNTO CON NUESTRO INGENIERO DICTAMINANTE EDSON SALAS FORTÓN..... 195

FIGURA N° 84: ADICIÓN DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LA MEZCLA DE CONCRETO. 196

FIGURA N° 85: MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PRESENTE EN LA MEZCLA DE CONCRETO ADICIONADO CON 300GR/CM3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO. 196

FIGURA N° 86: ENSAYO DE REVENIMIENTO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 300GR/CM3..... 196

FIGURA N° 87: ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 250GR/CM3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO. 197

FIGURA N° 88: TOMA DE DATO DEL REVENIMIENTO DE LA MEZCLA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE 300GR/CM3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO..... 197

FIGURA N° 89: VARILLADO DEL PRIMER TERCIO DE CONCRETO PARA LA ELABORACIÓN DE BRIQUETAS. 198

FIGURA N° 90: TOMA DE DATOS DE LAS MEDIDAS DE LA BRIQUETA DE CONCRETO PATRÓN..... 198

FIGURA N° 91: BRIQUETA BM250-13 (BRIQUETA DE CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 250GR/CM3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO) ENSAYADA A LOS 7 DÍAS DE CURADO..... 199

FIGURA N° 92: ROTURA DE VIGUETA ACOMPAÑADO DE NUESTRO ASESOR MGT. ING. VICTOR CHACON SANCHEZ..... 199

FIGURA N° 93: ENSAYO DE COMPRESIÓN A LA BRIQUETA BP-13..... 200

FIGURA N° 94: BRIQUETA BM250-13 DESPUES DE SER ENSAYADA EN LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN..... 200



FIGURA N° 95: BRIQUETA BM250-14 (BRIQUETA DE CONCRETO CO ADICIÓN DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO DE 250GR/CM3) ENSAYADA A LOS 7 DÍAS.201

FIGURA N° 96: TOMA DE MEDIDAS DE LA VIGUETA VP-07 (VIGUETA PATRÓN) CURADA POR 7 DÍAS.....201

FIGURA N° 97: COLOCADO DE VIGUETA DE CONCRETO VP-07 EN LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN.....202

FIGURA N° 98: VIGUETA VP-07 DESPUES DEL ENSAYO.202

FIGURA N° 99: BRIQUETA IP-03 (MEZCLA DE CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO IP).203

FIGURA N° 100: ROTURA DE LA BRIQUETA IP-03.203

FIGURA N° 101: BRIQUETAS IP-01, IP-02, E IP-03.....204

FIGURA N° 102: BRIQUETA DE CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO SUCIO.204

FIGURA N° 103: ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO SUCIO.205

FIGURA N° 104: ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO SUCIO EN MAQUINA DE COMPRESIÓN.....205

FIGURA N° 105: DESMORONAMIENTO DE BRIQUETA POR RESISTENCIA ELEVADA.....206

FIGURA N° 106: BRIQUETAS ELABORADAS CON 350GR/M3 DE CONCRETO SUEMERGIDAS POR 7 DÍAS.206

FIGURA N° 107: ENSAYO DE ABRASIÓN CON LA MÁQUINA DE LOS ANGELES.....207

FIGURA N° 108: ABRASIÓN DE LOS ANGELES.....207

FIGURA N° 109: ENSAYO DE ABRASIÓN.....208

FIGURA N° 110: ENSAYO DE COMPRESIÓN JUNTO NUESTRO DICTAMINANDTE ING. JORGE ALVAREZ ESPINOZA.....208

FIGURA N° 111: RESUMEN DE DATOS DE LA COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS SIETE DÍAS DE CURADO DE LA MEZCLA PATRÓN VERSUS MEZCLA CON CEMENTO TIPO IP VERSUS MEZCLA CON AGREGADO SUCIO.....213

FIGURA N° 112: CERTIFICADO DE CALIDAD DEL CEMENTO TIPO HE DE LA PRODUCCIÓN DE CEMENTO DEL MES DE DICIEMBRE DEL AÑO 2015214

FIGURA N° 113: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO TIPO HE215

FIGURA N° 114: FICHA TÉCNICA DE LA MICROFIBRA DE POLIPROPILENO.....217



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente en la ciudad del Cusco no contamos con suficientes estudios que se dediquen al comportamiento del concreto reforzado con fibras de polipropileno y cemento tipo HE, ya que el tema no está muy difundido. Se sabe que se utiliza este tipo de fibras en algunas losas para evitar rajaduras a temprana edad, más no hay estudios que nos muestren su comportamiento en altura, y por tal motivo, se buscó ampliar este tema y en la presente investigación se evaluó el comportamiento del concreto adicionado con fibras, y específicamente el concreto realizado con cemento tipo HE, agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de la cantera de Cunyac con la incorporación de microfibra de polipropileno, dentro de la ciudad del Cusco.

1.1.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA

1.1.2.1 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DEL PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la reacción de la influencia de las propiedades físico mecánicas de un concreto de calidad $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" incorporando microfibra de polipropileno en 250 gr/m^3 , 300 gr/m^3 y 350 gr/m^3 a este respectivamente?



1.1.2.2 FORMULACIÓN INTERROGATIVA DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1.1.2.2.1 Problema específico N° 1

¿Cuál es la variación de la resistencia mecánica a esfuerzo de compresión axial de un concreto de calidad $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras de polipropileno en 250 gr/m^3 , 300 gr/m^3 y 350 gr/m^3 a este respectivamente?

1.1.2.2.2 Problema específico N° 2

¿Cuál es la variación de la resistencia a la flexión de un concreto de calidad $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras de polipropileno en 250 gr/m^3 , 300 gr/m^3 y 350 gr/m^3 a este respectivamente?

1.1.2.2.3 Problema específico N° 3

¿Cuál es la variación del peso unitario de un concreto de calidad $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras de polipropileno en 250 gr/m^3 , 300 gr/m^3 y 350 gr/m^3 a este respectivamente?

1.1.2.2.4 Problema específico N° 4

¿Cuál es la variación del revenimiento de un concreto de calidad $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras de polipropileno en 250 gr/m^3 , 300 gr/m^3 y 350 gr/m^3 a este respectivamente?

1.1.2.2.5 Problema específico N° 5

¿Cuáles serán las características de los agregados para la elaboración del concreto?



1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La investigación se justifica técnicamente a raíz de la necesidad de representar en relaciones matemáticas las variaciones que nos dará la adición de microfibras de polipropileno en las características físico mecánicas del concreto, como son:

- Resistencia mecánica a esfuerzo de compresión axial.
- Resistencia mecánica esfuerzo de flexión.
- Peso Unitario.
- Revenimiento.

Ya que esta relación es desconocida para las condiciones locales de la ciudad del Cusco. Finalmente se escogió el tipo de cemento HE por ser un producto de vanguardia el cual se encuentra ingresando al mercado cusqueño con gran auge debido a sus grandes prestaciones técnicas.

1.2.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La investigación principalmente se justifica debido a que esta servirá como referencia bibliográfica para los estudiantes.

Así como también sabemos que la infraestructura existente en la ciudad del Cusco y en el Perú, requieren urgentemente de nuevos productos, y a la vez técnicas de construcción las cuales permitan agilizar sus procesos y mejorar las propiedades índices de los materiales empleados, para así ofrecer un producto final de calidad, perdurable en el tiempo y con menos propensión a fallas estructurales.

1.2.3 JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD

Se cuenta con los equipos, insumos e instrumentos necesarios para realizar la investigación, así como también se cuenta con los recursos financieros necesarios para la investigación, y por lo tanto económicamente es viable.



1.2.4 JUSTIFICACIÓN POR RELEVANCIA

La investigación a realizar, justifica su importancia debido a que no se tienen investigaciones realizadas para la zona del Cusco con este tipo de fibra sintética y el uso del cemento tipo HE, pudiendo variar sus características por la altura en comparación de las características para las que fue diseñado, además de poder elegir un método opcional para la puesta en servicio de una estructura.

1.3 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 LIMITACIONES CON RESPECTO A LOS MATERIALES

1.3.1.1 Limitación de materiales N°01

Se limita el uso de cemento porland tipo HE marca “Yura”.

1.3.1.2 Limitación de materiales N°02

Se limita a trabajar con agregado grueso de la cantera de Vicho.

1.3.1.3 Limitación de materiales N°03

Se limita a trabajar con agregado fino (arena gruesa) de la cantera de Vicho.

1.3.1.4 Limitación de materiales N°04

Se limita a trabajar con agregado fino (arena fina) de la cantera de Cunyac.

1.3.1.5 Limitación de materiales N°05

Se limita a trabajar con agua potable de la ciudad del Cusco.



1.3.1.6 Limitación de materiales N°06

Se limita a trabajar con microfibras de polipropileno “Chema fibra ultrafina” de la marca “Chema”, y a la adición de esta en el concreto luego de ser desembolsada.

1.3.2 LIMITACIÓN DE PRUEBAS

1.3.2.1 Limitación de pruebas N°01

Se limita exclusivamente la utilización del método del ACI para el diseño de mezcla.

1.3.2.2 Limitación de pruebas N°02

Se limita el curado de los diversos testigos de concreto por sumersión.

1.3.2.3 Limitación de pruebas N°03

Se limita la aplicación de la Norma Técnica Peruana NTP 339-034 para ensayos de resistencia a la compresión.

1.3.2.4 Limitación de pruebas N°04

Se limita la aplicación de la Norma Técnica Peruana NTP 339-07 para los ensayos de resistencia a la flexión.

1.3.2.5 Limitación de pruebas N°05

Se limita a la evaluación de los diversos testigos tanto para la resistencia a la compresión y flexión, siendo estos ensayados a edades de 7, y 28 días.

1.3.2.6 Limitación de pruebas N°06

Se limita a la evaluación de los ensayos mecánicos según la capacidad de los equipos de los laboratorios de Concreto y Suelos, con los que cuenta la facultad de la Universidad Andina del Cusco.



1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar las reacciones que experimentan las propiedades físico mecánicas del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibra de polipropileno, a los 7 y 28 días.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.4.2.1 Objetivo específico N° 1

Determinar la variación de resistencia mecánica a esfuerzo de compresión axial del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibra de polipropileno, a los 7 y 28 días.

1.4.2.2 Objetivo específico N° 2

Determinar la variación de resistencia a la flexión del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibra de polipropileno, a los 7 y 28 días.

1.4.2.3 Objetivo específico N° 3

Determinar la variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibra de polipropileno.

1.4.2.4 Objetivo específico N° 4

Determinar la variación del revenimiento del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibra de polipropileno.



1.4.2.5 Objetivo específico N° 5

Obtener características de los agregados mediante los análisis respectivos.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

Las propiedades físico mecánicas del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregar micro fibra de polipropileno variarán levemente al evaluar la resistencia mecánica a esfuerzos de compresión axial, resistencia a la flexión, peso unitario y revenimiento.

1.5.2 SUB-HIPÓTESIS

1.5.2.1 Sub-hipótesis N° 1

La resistencia mecánica a esfuerzo de compresión axial del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras de polipropileno es directamente proporcional a la dosificación de microfibras de polipropileno empleada.

1.5.2.2 Sub-hipótesis N° 2

La resistencia a la flexión del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras de polipropileno es directamente proporcional a la dosificación de microfibras de polipropileno empleada.

1.5.2.3 Sub-hipótesis N° 3

El peso unitario del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al



agregarle microfibra de polipropileno es inversamente proporcional a la dosificación de microfibra de polipropileno empleada.

1.5.2.4 Sub-hipótesis N° 4

El revenimiento del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado de la cantera de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibra de polipropileno es indirectamente proporcional a la dosificación de microfibra de polipropileno empleada.

1.5.2.5 Sub-hipótesis N° 5

Los agregados de las canteras de "Vicho" y "Cunyac", cumplen con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana.

1.6 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

1.6.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

1.6.1.1 DEFINICIÓN VARIABLES INDEPENDIENTES

1.6.1.1.1 X1: Cantidad de microfibra de polipropileno

La microfibra de polipropileno se adhiere mecánicamente al concreto debido a que es un material no degradable, y de bajo costo. Se adhiere multidimensionalmente al concreto para mejorar propiedades tanto de flexión como de compresión.

1.6.1.2 DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES

- X1: Peso en gramos de microfibra de polipropileno por metro cúbico de concreto. (gr/m³).



1.6.2 VARIABLES DEPENDIENTES

1.6.2.1 DEFINICION DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES

1.6.2.1.1 Y1: Resistencia al esfuerzo ultimo de compresión axial

Resistencia al aplastamiento provocado por una fuerza perpendicular a la superficie estudiada.

1.6.2.1.2 Y2: Resistencia a la flexión

Es la resistencia del área del eje transversal a la acción de una fuerza.

1.6.2.1.3 Y3: Peso Unitario

Es relación entre el peso de una sustancia y su volumen.

1.6.2.1.4 Y4: Revenimiento

Es un comportamiento del concreto fresco que sirve, como su nombre lo indica, para determinar la altura de revenimiento del concreto fresco al retirar el cono de Abrams después de verter una capa de concreto.

1.6.2.2 INDICADORES DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES

- Y1: Fuerza de compresión aplicada. Área resistente. (Kg/cm²)
- Y2: Valor de la resistencia a la flexión del concreto. (Kg/cm²)
- Y3: Valor del peso específico. (Kg/m³)
- Y4: Altura de tope de cono a revenimiento de concreto. (Pulg.)

1.6.3 VARIABLES INTERVINIENTES

1.6.3.1 DEFINICION DE LAS VARIABLES INTERVINIENTES

1.6.3.1.1 Z1: Características de los agregados

Son las características que se necesitarán para el diseño de mezcla, como: granulometría, peso específico, peso unitario y contenido de humedad.



1.6.3.1.2 Z2: Cemento

Material pulverizado que poseen la propiedad de ser aglomerante.

1.6.3.2 INDICADORES DE LAS VARIABLES INTERVINIENTES

- Z1: Parámetros que deben cumplir según la Norma Técnica Peruana.
- Z2: Peso en kilogramos. (Kg)

1.6.4 CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TABLA N° 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE				
X1: Cantidad Microfibra de Polipropileno.	La microfibra de polipropileno se adhiere mecánicamente al concreto debido a que es un material no degradable, y de bajo costo. Se adhiere multidimensionalmente al concreto para mejorar propiedades tanto de flexión como de compresión.	Cantidad de microfibra de polipropileno	Peso en gramos de microfibra de polipropileno por metro cúbico de concreto. (gr/m3)	Ficha especificaciones técnicas de la empresa CHEMA, y dosificaciones planteadas para la investigación.
VARIABLES DEPENDIENTES				
Y1: Resistencia al esfuerzo ultimo de compresión axial	Resistencia al aplastamiento provocado por una fuerza perpendicular a la superficie estudiada.	Resistencia a los 7 y 28 días	Fuerza de compresión aplicada. Área resistente. (Kg/cm2)	Formatos de evaluación de resistencia a la compresión.
Y2: Resistencia a la flexión	Es la resistencia del área del eje transversal a la acción de una fuerza.	Resistencia a los 7 y 28 días	Valor de la resistencia a la flexión del concreto. (Kg/cm2)	Formatos de evaluación de resistencia a la flexión.
Y3: Peso Unitario	Relación entre el peso de una sustancia y su volumen.	Peso unitario de las muestras de concreto.	Valor del peso unitario. (Kg/m3)	Formato de evaluación de peso unitario.
Y4: Revenimiento	Es un comportamiento del concreto fresco que sirve, como su nombre lo indica, para determinar la altura de revenimiento del concreto fresco al retirar el cono de Abrahams después de verter una capa de concreto.	Altura de Revenimiento del concreto fresco.	Altura de tope de cono a revenimiento de concreto. (Pulg.)	Formatos de evaluación revenimiento.
VARIABLE INTERVENIENTE				
Z1: Características de los agregados	Son las características que se necesitarán para el diseño de mezcla, como: granulometría, peso específico, peso unitario y contenido de humedad.	Cumplimiento de la Norma Técnica Peruana.	Parámetros que deben cumplir según la Norma Técnica Peruana.	Formato de evaluación de: granulometría, peso específico, peso unitario y contenido de humedad.
Z2: Cemento	Materiales pulverizados que poseen la propiedad de ser aglomerante.	Cantidad de cemento Portland Tipo HE	Peso en kilogramos y número de bolsas. (Kg ó bolsas)	Ficha técnica y certificado de calidad.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA TESIS O INVESTIGACIÓN ACTUAL

2.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE CONCRETO CON AGREGADOS DE: CUNYAC, MINA ROJA Y VICHO ADICIONADO CON FIBRAS DE CABELLO HUMANO

(Tesis de investigación, Universidad Andina del Cusco); por Brian Hugo Vera Espinoza y Bertha Lilia Onofre López; Perú, 2014.

El presente proyecto de investigación tiene por objeto analizar la adición de fibra de cabello humano al concreto para poder determinar si se produce incremento en la resistencia a la compresión y a la flexión. Con la presente investigación se determinó parámetros de resistencias; el cabello es un material, que puede ser reciclado por parte de las peluquerías, pudiéndose incrementar ciertos rangos para el uso en la construcción de obras civiles en la ciudad. Cabe precisar que el estudio de esta investigación se basa en muestras de concreto, conformadas por testigos circulares y vigas rectangulares, los cuales son ensayados en diversas proporciones, adicionadas de cabello humano, entre un rango de 1% a 3% con respecto al peso del cemento, componente principal del concreto. Evaluando así los parámetros de resistencia tanto a compresión como a flexión, asimismo su trabajabilidad en el desarrollo de la mezcla. Para poder después comparar estas adiciones de cabello con una mezcla patrón, el cual se consideró un concreto con diseño de 210 kg/cm². El cabello humano fue estudiado como una fibra adicionada al concreto para mejorar propiedades, siendo este un material económico y fácil de encontrar, pues estos son desechados a diario por medio de las peluquerías y centros de estética de la ciudad.

**Conclusiones:**

- A la edad de 7 días se ha producido un incremento del módulo de rotura en dosificaciones adicionadas con 1% de fibra de cabello humano de 66.50% respecto al concreto patrón, asimismo, en dosificaciones adicionadas con 1.5% de fibra de cabello humano, ha aumentado en 56.60% con respecto al concreto patrón. En dosificaciones adicionadas con 2% de fibra de cabello humano el incremento ha sido del 11.20% respecto al concreto patrón; y en dosificaciones con 3% de fibra de cabello humano se ha producido una reducción del módulo de rotura en 14.50% respecto al concreto patrón.
- A una edad de 28 días, se ha producido un incremento del 48.90 % en concretos adicionados con 1% de fibras de cabello humano respecto al concreto patrón, en dosificaciones de concreto adicionados con 1.5% de fibras de cabello humano se ha producido un incremento de 25.50% respecto al concreto patrón, en dosificaciones de concreto adicionados con 2% de fibras de cabello humano se ha producido una reducción de 2.50% respecto al concreto patrón, , en dosificaciones de concreto adicionados con 2.5% de fibras de cabello humano se ha producido una reducción de 15.80% respecto al concreto patrón, y en dosificaciones de concreto adicionados con 3% de fibras de cabello humano se ha producido una reducción de 29.20% respecto al concreto patrón.
- Al adicionar 2% de fibra de cabello humano, el revenimiento disminuye en 0.78 pulgadas respecto al concreto patrón, siendo este tipo de mezcla considerada como mezcla seca.
- Al adicionar 2.5% y 3% de fibra de cabello humano, el revenimiento disminuye significativamente en 1.55 y 1.71 pulgadas respectivamente respecto al concreto patrón, siendo este tipo de mezclas muy secas.

- Por lo cual al adicionar 1% y 1.5% de fibras de cabello humano al concreto, las mezclas no disminuyen significativamente su consistencia, siendo estas dosificaciones las más óptimas.

2.1.2 ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

ANÁLISIS DE LAS RESISTENCIAS DE LOS CONCRETOS A LOS VEINTIOCHO DÍAS, CON LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA SINTÉTICA SOMETIDOS A COMPRESIÓN PURA

(Tesis de investigación, Universidad Rafael Urdaneta); por Juliana El Mosri Quiñones e Irene Jackeline Gómez Escobar; Venezuela, 2006.

El objetivo principal de esta investigación es diseñar una mezcla de concreto adicionando fibra sintética. Para estos diseños se realizaron un total de 32 cilindros vibrados y no vibrados, de los cuales a 16 de ellos se les incorporó la fibra sintética a resistencia de 210 y 250 kg/cm², y comparadas con un diseño de mezcla de concreto tradicional con las mismas resistencias, basadas en el manual del concreto fresco y bajo la normativa que rigen estos diseños. Para determinar la resistencia a la compresión de estos cilindros se utilizó una prensa hidráulica y fueron ensayadas a las edades de 7, 14, 21 y 28 días, llegándose a la conclusión que el comportamiento bajo la acción de cargas a compresión en la probetas cilíndricas es mayor al comportamiento de una mezcla tradicional cuando se le adiciona la fibra sintética a la mezcla de concreto.

Conclusiones:

- Se concluyó que según los antecedentes de estudios realizados, la fibra sintética reduce los esfuerzos a flexotracción y al impacto.
- En la mayoría de los cilindros realizados con mezcla sin vibras se observó mayor cantidad de espacios vacíos semejantes a las



cangrejeras, indicativo de acumulación de aire en la mezcla, caso contrario a los cilindros realizados con mezclas vibradas ya que presentaban buena apariencia físicas.

- Con respecto a la capacidad por cargas, la resistencia de las proveas realizadas con las mezclas vibradas es mayor a la de las probetas sin vibrar, alcanzando por lo menos un 80% de resistencia por diseño a los 7 días.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO TIPO C CON Y SIN LA ADICCIÓN DE FIBRA SINTÉTICA

(Tesis de investigación, Universidad Rafael Urdaneta); por Luisiana Espinoza y Edgar Méndez; Venezuela, 2012.

El concreto es una mezcla de agregados que permite obtener una masa rocosa con diferentes usos, entre ellos la fabricación de bloques, investigaciones anteriores demuestran que el uso de fibra sintética para reforzar el concreto a experimentado una gran evolución en todos sus niveles; razón por la cual la presente investigación tuvo como objetivo primordial analizar la resistencia a la compresión de bloques de concreto tipo C con adición de fibra sintética para determinar su resistencia a la compresión. Para estos diseños se realizaron un total 140 bloques tipo C, de los cuales a 70 no se les adicionó fibra sintética y a 70 si se les incorporó ensayándolos a compresión a los 28 días. La investigación se consideró de tipo descriptiva no experimental debido a que sus variables no se manipularon ya que están establecidas en normativas e investigaciones y la recolección de datos se realizó por el método de recolección directa y documental. Luego de analizar los resultados obtenidos y comparándolos, se concluyó que los bloques de concreto tipo C con adición de fibra sintética adquieren una resistencia mayor a la resistencia obtenida en los bloque tipo C convencionales.

**Conclusiones:**

- En los bloques que se iteró siete veces ya que al adicionarle la fibra sintética se alteró la mezcla convencional de los bloques Tipo C produciendo ciertos cambios en la misma, arrojando ciertos puntos donde la resistencia se elevó y cayó respectivamente y significativamente, donde este método ayudó a identificar los puntos altos y bajos con respecto a su media para así poder descartarlos y poder obtener un promedio utilizando puntos cercanos a su medida, a diferencia de los bloques sin fibra que no requirieron iteraciones, así se permitió determinar la resistencia para ambos bloques obteniendo 10.80Kg/cm² para los bloques convencionales y 11.76Kg/cm² para los bloques que poseían fibra sintética.
- Porcentualmente se obtuvo una diferencia entre ambas resistencias de 8.16%; demostrándose así que la fibra sintética aumentó la resistencia de los bloques aunque no de una manera tan significativa. Concluyendo de esta manera que la fibra sintética ayuda a mejorar la resistencia del bloque convencional tipo C sin tener mayor trabajo al momento de adicionar la fibra sintética en la fabricación del bloque.

En el área de las fibras sintéticas en el concreto, existen diversos estudios realizados por las mismas empresas que ofertan estos productos y algunas investigaciones en Latinoamérica, específicamente las recopiladas de Venezuela y Brasil, con el inconveniente de que estas están realizadas en otros países, y con la posibilidad de una variación de resultados al trabajar en la región de Cusco.



2.2 ASPECTOS TEÓRICOS PERTINENTES

2.2.1 DEFINICIÓN DEL CONCRETO

El concreto es el material constituido 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. De esta definición se desprende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes, que bien proporcionados, aportan una o varias de sus propiedades individuales para constituir un material que manifiesta un comportamiento particular y original. En consecuencia, para poder dominar el uso de este material, hay que conocer no sólo las manifestaciones del producto resultante, sino también la de los componentes y su interrelación, ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad. Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas. Luego pues, la explicación a sus diversos comportamientos siempre responde a alguna de estas leyes; y la no obtención de los resultados esperados, se debe al desconocimiento de la manera cómo actúan en el material, lo que constituye la utilización artesanal del mismo (por lo que el barco de la práctica sin el timón de la ciencia nos lleva a rumbos que no podemos predecir) o porque durante su empleo no se respetaron o se obviaron las consideraciones técnicas que nos da el conocimiento científico sobre él. (Harmsen, 2002)



2.2.2 LOS COMPONENTES DEL CONCRETO

La Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo. Si bien la definición tradicional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos constituyen un ingrediente normal, por cuanto está científicamente demostrada la conveniencia de su empleo en mejorar condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, siendo a la larga una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro en mano de obra y equipo de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento. (Pasquel, 1998)

2.2.2.1 CEMENTO

Según menciona Enrique Rivva López en su libro “Naturaleza y materiales del concreto”, el cemento es el componente más activo del concreto y, generalmente, tiene el mayor costo unitario. Por ello, y considerando que las propiedades del concreto dependen tanto de la cantidad como de la calidad de sus componentes, la selección y uso adecuado del cemento son fundamentales para obtener en forma económica las propiedades deseadas para una mezcla dada.

En el mercado peruano existe variedad de cementos para ser empleados por el usuario y la mayoría de ellos proporcionan adecuados niveles de resistencia y durabilidad en las obras usuales.

Algunos de los cementos disponibles proporcionan niveles más altos para determinadas propiedades que aquellos exigidos por las especificaciones de la obra, por lo que siempre debe indicarse en estas, los requisitos exigidos para el cemento, imponer requisitos que no son necesarios es antieconómico y, además, puede perjudicar características importantes del concreto.



La importancia de elaborar especificaciones adecuadas es obvia, ya que ellas deben de garantizar que sólo se ha de emplear la cantidad y tipo de cemento adecuados para alcanzar los requisitos que se desea obtener en el concreto. La totalidad de los cementos empleados en el Perú, son cementos portland que cumplen con los requisitos de la Norma ASTM C 150, o cementos combinados, que cumplen con la Norma ASTM C 595.

El cemento portland normal es el producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que no excedan el 250gr/m³ en peso del total y que la Norma correspondiente determine que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker.

El cemento portland normal deberá cumplir con los requisitos indicados en la Norma ASTM C 150 para los Tipos I, II, y V, los cuales se fabrican en el Perú. Alternativamente podrán emplearse los requisitos de las Normas NTP para cementos.

Los cementos hidráulicos combinados son el producto obtenido de la pulverización conjunta del Clinker de cemento portland y un material reactivo que posee propiedades puzolánicas, con la adición eventual de sulfato de calcio. Estos cementos pueden igualmente ser preparados por mezcla de los ingredientes finamente molidos. En ambos casos deben cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 595. (Rivva, Naturaleza y materiales del concreto, 2000)

2.2.2.1.1 MECANISMO DE HIDRATACIÓN DEL CEMENTO

Según Lea Frederik en su libro “The chemistry of cement and concrete” (La química del cemento y el concreto) a cerca del mecanismo de hidratación se denomina hidratación al conjunto de reacciones químicas



entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido, con las propiedades inherentes a los nuevos productos formados. Los componentes ya mencionados anteriormente, al reaccionar con el agua forman hidróxidos e hidratos de Calcio complejos. La velocidad con que se desarrolla la hidratación es directamente proporcional a la finura del cemento e inversamente proporcional al tiempo, por lo que inicialmente es muy rápida y va disminuyendo paulatinamente con el transcurso de los días, aunque nunca se llega a detener.

Contrariamente a lo que se creía hace años, la reacción con el agua no une las partículas de cemento sino que cada partícula se dispersa en millones de partículas de productos de hidratación desapareciendo los constituyentes iniciales. El proceso es exotérmico generando un flujo de calor hacia el exterior denominado calor de hidratación.

Dependiendo de la temperatura, el tiempo, y la relación entre la cantidad de agua y cemento que reaccionan, se pueden definir los siguientes estados que se han establecido de manera arbitraria para distinguir las etapas del proceso de hidratación:

2.2.2.1.1.1 PLÁSTICO

Unión del agua y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente. El primer elemento en reaccionar es el C3A, y posteriormente los silicatos y el C4AF, caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas. La acción del yeso contrarresta la velocidad de las reacciones y en este estado se produce lo que se denomina el período latente o de reposo en que las reacciones se atenúan, y dura entre 40 y 120 minutos dependiendo de la temperatura ambiente y el cemento en partícula. En este estado se forma hidróxido



de calcio que contribuye a incrementar notablemente la alcalinidad de la pasta que alcanza un PH del orden de 13. (Civilgeeks, 2010)

2.2.2.1.1.2 FRAGUADO INICIAL

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el ya mencionado calor de hidratación, que es consecuencia de las reacciones químicas descritas.

Se forma una estructura porosa llamada gel de Hidratos de Silicatos de Calcio (CHS o Torbemorita), con consistencia coloidal intermedia entre sólido y líquido que va rigidizándose cada vez más en la medida que se siguen hidratando los silicatos.

Este período dura alrededor de tres horas y se producen una serie de reacciones químicas que van haciendo al gel CHS más estable con el tiempo. En esta etapa la pasta puede remezclarse sin producirse deformaciones permanentes ni alteraciones en la estructura que aún está en formación. (DocSlide, 2015)

2.2.2.1.1.3 FRAGUADO FINAL

Se obtiene al término de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La estructura del gel está constituida por el ensamble definitivo de sus partículas endurecidas. (Documents, 2015)

2.2.2.1.1.4 ENDURECIMIENTO

Se produce a partir del fraguado final y es el estado en que se mantienen e incrementan con el tiempo las características resistentes. La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continúa de manera indefinida.



Es el estado final de la pasta, en que se evidencian totalmente las influencias de la composición del cemento. Los sólidos de hidratación manifiestan su muy baja solubilidad por lo que el endurecimiento es factible aún bajo agua. Hay dos fenómenos de fraguado, que son diferentes a los descritos; el primero corresponde al llamado "Fraguado Falso" que se produce en algunos cementos debido al calentamiento durante la molienda del Clinker con el yeso, produciéndose la deshidratación parcial del producto resultante, por lo que al mezclarse el cemento con el agua, ocurre una cristalización y endurecimiento aparente durante los 2 primeros minutos de mezclado, pero remezclando el material, se recobra la plasticidad, no generándose calor de hidratación ni ocasionando consecuencias negativas. El segundo fenómeno es el del "fraguado violento" que ocurre cuando durante la fabricación no se ha añadido la suficiente cantidad de yeso, lo que produce un endurecimiento inmediato, desarrollo violento del calor de hidratación y pérdida permanente de la plasticidad, sin embargo es muy improbable en la actualidad que se produzca este fenómeno, ya que con la tecnología moderna el yeso adicionado se controla con mucha precisión. (Universidad Ricardo Palma, 2007)

2.2.2.1.2 CEMENTO TIPO HE

Es un producto fabricado a base de Clinker, puzolana natural de origen volcánico y yeso. Esta mezcla es molida hasta lograr un alto grado de finura.

La composición de este concreto permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad.

El cemento tipo HE proporciona al concreto las siguientes propiedades:

- Alta resistencia inicial.
- Aumento de impermeabilidad.
- Resistencia a los sulfatos.

- Resistencia a los cloruros.

El cemento tipo HE proporciona alta resistencia en edades tempranas, usualmente menos de una semana. Este cemento se usa de la misma manera que el cemento portland tipo III. (Yura S.A., 2013)

Donde el tipo III, según Rivva López en su libro “Naturaleza y Materiales del Concreto”, es de desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Especiales para uso en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicios de las estructuras, o para uso en climas fríos.

2.2.2.2 AGREGADOS

Se definen los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las 3/4 partes del volumen total luego la calidad de estos tienen una importancia primordial en el producto final. La denominación de inertes es relativa, porque si bien no intervienen directamente en las reacciones químicas entre el cemento y el agua, para producir el aglomerante o pasta de cemento, sus características afectan notablemente el producto resultante, siendo en algunos casos tan importantes como el cemento para el logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, conductibilidad, durabilidad etc. Están constituidos usualmente por partículas minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, y sus características físicas y químicas tienen influencia en prácticamente todas las propiedades del concreto.

La distribución volumétrica de las partículas tiene gran trascendencia en el concreto para obtener una estructura densa y eficiente así como una trabajabilidad adecuada. Está científicamente demostrado que debe haber un ensamble casi total entre las partículas, de manera que las más pequeñas ocupen los espacios entre las mayores y el conjunto esté unido por la pasta de cemento. (Oviedo, 2014)

2.2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

En general son primordiales en los agregados las características de densidad, resistencia, porosidad, y la distribución volumétrica de las partículas, que se acostumbra denominar granulometría o gradación. Asociadas a estas características se encuentran una serie de ensayos o pruebas standard que miden estas propiedades para compararlas con valores de referencia establecidos o para emplearlas en el diseño de mezclas. Es importante para evaluar estos requerimientos el tener claros los conceptos relativos a las siguientes características físicas de los agregados y sus expresiones numéricas. (Crus, 2011)

2.2.2.2.1.1 CONDICIONES DE SATURACIÓN

Se puede tener condiciones de saturación de una partícula ideal de agregado, partiendo de la condición seca hasta cuando tiene humedad superficial. (Oviedo, 2014)

2.2.2.2.1.2 PESO ESPECÍFICO

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las Normas ASTM C-127 y C-128 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación, estableciéndose las expresiones para la determinación en laboratorio y cálculo del peso específico. Hay que tomar en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que se deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos. Su valor para agregados normales oscila entre 2,500 y 2,750 kg/m³. (SENCICO, 2002)

2.2.2.2.1.3 PESO UNITARIO

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo

convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo. La Norma ASTM C-29, define el método estándar para evaluarlo, en la condición de acomodo de las partículas luego de compactarlas en un molde metálico apisonándolas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en 3 capas. El valor obtenido, es el que se emplea en algunos métodos de diseño de mezclas para estimar las proporciones y también para hacer conversiones de dosificaciones en peso a dosificaciones en volumen. En este último caso hay que tener en cuenta que estas conversiones asumen que el material en estado natural tiene el peso unitario obtenido en la prueba estándar, lo cual no es cierto por las características de compactación indicadas. Algunas personas aplican el mismo ensayo pero sin compactar el agregado para determinar el "peso unitario suelto", sin embargo este valor tampoco es necesariamente el del material en cancha, por lo que se introducen también errores al hacer conversiones de diseños en peso a volumen. La mejor recomendación para reducir el error aludido, es hacer por lo menos 5 determinaciones de peso unitario suelto en porciones de muestras de agregados que representen varios niveles de las pilas de almacenaje para reflejar las probables variaciones por segregación. El valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1,500 y 1,700 kg/m³. (Delgado, Garnica, Villatoro, & Rodríguez, 2006)

2.2.2.2.1.4 PORCENTAJE DE VACÍOS

Es la medida del volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados. Depende también del acomodo entre partículas, por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. La misma norma ASTM C-29 indicada anteriormente establece la fórmula para calcularlo, empleando los valores de peso específico y peso unitario estándar: (SENCICO, 2002)

ECUACIÓN 1: PORCENTAJE DE VACÍOS

$$\% \text{ de vacíos} = 100 \left[\frac{(SxW) - M}{SxW} \right]$$



Dónde:

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

M = Peso unitario compactado seco

2.2.2.2.1.5 ABSORCIÓN

Es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado. Tiene importancia pues se refleja en el concreto reduciendo el agua de mezcla, con influencia en las propiedades resistentes y en la trabajabilidad, por lo que es necesario tenerla siempre en cuenta para hacer las correcciones necesarias. (Universidad de Oriente, 2010)

Las normas ASTM C-127 y C 128 establecen la metodología para su determinación expresada en la siguiente fórmula:

ECUACIÓN 2: PORCENTAJE DE ABSORCIÓN

$$\% \text{ de absorción} = \frac{\text{Peso S. S. S.} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

2.2.2.2.1.6 POROSIDAD

Es el volumen de espacios dentro de las partículas de agregados. Tiene una gran influencia en todas las demás propiedades de los agregados, pues es representativa de la estructura interna de las partículas. No hay un método estándar en ASTM para evaluarla, sin embargo existen varias formas de determinación por lo general complejas y cuya validez es relativa. Una manera indirecta de estimarla es mediante la determinación de la absorción, que da un orden de magnitud de la porosidad normalmente un 10% menor que la real, ya que como hemos indicado en el párrafo anterior, nunca llegan a saturarse completamente todos los poros de las partículas. Los valores usuales en agregados

normales pueden oscilar entre 0 y 15% aunque por lo general el rango común es del 1 al 5%. En agregados ligeros, se pueden tener porosidades del orden del 15 al 50%. (Sanchez & Tapia, 2015)

2.2.2.2.1.7 HUMEDAD

Es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas. La humedad se expresa de la siguiente manera según ASTM C-566. (SENCICO, 2002)

ECUACIÓN 3: PORCENTAJE DE HUMEDAD

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso original de la muestra}} \times 100$$

2.2.2.2.2 AGREGADO FINO

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa el Tamiz N° 9.4 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33.

2.2.2.2.2.1 REQUISITOS

El agregado podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas y resistentes, libres de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto. (Guevara, 2008)

2.2.2.2.2.2 GRANULOMETRÍA

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en la Normas NTP 400.037 o ASTM C 33. La granulometría seleccionada

será preferentemente uniforme y continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la Serie Tyler. Se recomiendan para el agregado los siguientes límites.

TABLA N° 2: LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA EL AGREGADO FINO

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8" (9.50 mm)	100
N° 4 (4.75 mm)	95 a 100
N° 8 (2.36 mm)	80 a 100
N° 16 (1.18 mm)	50 a 85
N° 30 (600 micrones)	25 a 60
N° 50 (300 micrones)	10 a 30
N° 100 (150 micrones)	2 a 10

FUENTE: NTP 400.037.

El porcentaje retenido en dos mallas sucesivas no excederá del 45%. Si el agregado es empleado en concretos con aire incorporado y un contenido de cemento mayor de 255 kg/m³; o si el concreto es sin aire incorporado y un contenido de cemento mayor de 300 kg/m³; o si una adición mineral aprobada es empleada para suplir las deficiencias en el porcentaje que pasa dichas mallas, el porcentaje indicado para las mallas N° 50 y N°100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006)

2.2.2.2.3 MODULO DE FINEZA

Según el libro de SENCICO "Banco temático de encofrados fiertería Tomo III" señala que en la búsqueda de caracterizaciones numéricas que representaran la distribución volumétrica de las partículas de



agregados, se definió hace muchos años el Módulo de Fineza. Es un concepto sumamente importante establecido por Duff Abrams en el año 1925 y se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie Standard hasta el Tamiz N° 100 y esta cantidad se divide entre 100. El sustento matemático del Módulo de Fineza reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica. Debe tenerse muy en claro que es un criterio que se aplica tanto a la piedra como a la arena, pues es general y sirve para caracterizar cada agregado independientemente o la mezcla de agregados en conjunto. La base experimental que apoya al concepto de Módulo de fineza es que granulometrías que tengan igual M.F. independientemente de la gradación individual, requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar plasticidad y resistencia, lo que lo convierte en un parámetro ideal para el diseño y control de mezclas.

Preferentemente el módulo de fineza no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 debiendo ser mantenido dentro de los límites de más o menos 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla. Si se sobrepasa el valor asumido, por exceso o por defecto, la Supervisión podrá autorizar reajustes en las proporciones de la mezcla o rechazar el agregado, para compensar las variaciones en la granulometría. Estos ajustes no deberán significar reducción en el contenido de cemento.

El agregado fino que no cumple con los requisitos de granulometría y módulo de fineza indicados podrá ser empleado si el Contratista demuestra a la Supervisión que:

- Concretos preparados con agregado fino similar de la misma fuente de abastecimiento tienen un registro de servicios aceptable en construcciones de concreto similares; o
- En la ausencia de un registro de servicios aceptable, pueda demostrar que concretos de la clase especificada, preparados



con el agregado fino bajo consideración, tienen sus propiedades más importantes por lo menos iguales a las de aquellos concretos preparados con los mismos ingredientes,

- El agregado fino es seleccionado de una fuente que tiene un registro de servicios aceptable en construcciones de concreto similares.

El agregado fino que cumple con los requisitos de granulometría de las especificaciones de otra entidad y que es de empleo general en el área, deberá ser considerado como que tiene un registro de servicios satisfactorios en relación a aquellas propiedades del concreto que pueden ser afectadas por la granulometría del agregado fino.

Adicionalmente, en relación con su granulometría, el agregado fino deberá:

- Contener suficiente cantidad de material que pasa la malla N° 50 a fin de obtener en el concreto adecuada trabajabilidad, ello especialmente en mezclas con pastas pobres
- Tener un máximo de 350gr/m³ a 5% de material que pasa la Malla N° 200 No se confundirá los finos del agregado con el limo, la margu o otras impurezas indeseables
- Emplear un agregado grueso con poco o ningún material en las Mallas N° 4 y N° 8 en aquellos casos en que el agregado fino tiene un porcentaje importante en esas mallas, a fin de evitar un concreto áspero, granuloso y de acabado difícil
- Evitar emplear, salvo que las circunstancias del entorno obliguen a ello, como en el caso de la selva baja peruana, agregado excesivamente fino.
- Recordar que los límites permisibles para el agregado fino dependen en alguna forma del perfil y características superficiales de las partículas.

2.2.2.2.2.4 PARTÍCULAS INCONVENIENTES

La cantidad de sustancias deletéreas o partículas inconvenientes presentes en el agregado fino no deberá exceder de los siguientes límites, expresados como porcentaje en peso de la muestra total:

Lentes de arcilla y partículas desmenuzables.....
3.0%

Material más fino que la Malla N- 200.

- Concreto sujeto a abrasión 3.0%
- Todos los otros concretos 5.0%

Carbón y Lignito:

- Cuando la apariencia superficial del concreto es importante.....
0.5%
- Otros concretos..... 1.0%

Mica..... 0.0%

Partículas deleznable..... 3 0%

2.2.2.2.2.5 MATERIA ORGÁNICA

El agregado no deberá indicar presencia de materia orgánica. No deberá emplearse agregados que en el ensayo de la Norma ASTM C 40 o NTP 400.013 den una coloración mayor del N° 1, excepto si:

- La coloración en el ensayo se debe a la presencia de muy pequeñas cantidades de carbón; lignito o partículas similares, o
- Realizado el ensayo a que se refiere la Norma ASTM C 87, la resistencia a la compresión a los 7 días, de morteros preparados con dicho agregado, no es menor del 95% de la de morteros similares preparados con otra porción de la misma muestra de agregado previamente lavada con una solución al 350gr/m³ de



hidróxido de sodio de acuerdo a los requisitos de la Norma NTP 400 013 o ASTM C 33.

2.2.2.2.3 AGREGADO GRUESO

Se define como agregado grueso al material retenido en el Tamiz NTP 4.75 mm (N° 4) y que cumple con los límites establecidos en la Norma ASTM C 33.

2.2.2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS

El agregado grueso puede consistir de piedra partida, grava natural o triturada, agregados metálicos naturales o artificiales, concreto triturado, o una combinación de ellos. Estará conformado por partículas cuyo perfil sea preferentemente angular o semiangular, limpias, duras, compactas, resistentes, de textura preferentemente rugosa, y libres de material escamoso o partículas blandas.

Las partículas deberán ser químicamente estables y estarán libres de escamas, tierra, polvo, limo, sales, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, u otras sustancias dañinas. (Rivva, Naturaleza y materiales del concreto, 2000)

2.2.2.2.3.2 GRANULOMETRÍA

El agregado grueso estará graduado dentro de los límites especificados en las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33. La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua y deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 1/2" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de 1/4".

Si se emplea dos o más tamaños de agregado grueso, cada uno de ellos, así como la combinación de los mismos, deberá cumplir con los requisitos de granulometría indicados.



Los rangos considerados en las Normas necesariamente son lo suficientemente amplios para permitir acomodar las diferentes condiciones que pueden presentarse. Se deberá considerar que:

Para control de calidad de una condición específica, el productor deberá desarrollar una granulometría promedio para las facilidades y fuente de producción, y controlar la granulometría dentro de una tolerancia razonable con este promedio; y

Cuando se emplea agregado grueso cuyo tamaño corresponde a los números 357 o 467 de la Norma ASTM C 33, el agregado deberá ser entregado en por los menos dos tamaños separados. (SENCICO, 2002)

2.2.2.2.3.3 TAMAÑO MÁXIMO

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 el tamaño máximo del agregado grueso es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso.

Granulometrías muy disímiles pueden dar el mismo valor del tamaño máximo del agregado grueso. Ello debe tenerse presente en la selección del agregado, de su granulometría y las proporciones de la mezcla. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006)

2.2.2.2.3.4 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

De acuerdo a la Norma NTP 400.037 se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido. El tamaño máximo nominal del agregado no deberá ser mayor de:

- Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados, o
- Un tercio del peralte de las losas; o
- Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones, o ductos de presfuerzo.



En elementos de espesor reducido, o ante la presencia de gran cantidad de armadura, se podrá disminuir el tamaño del agregado grueso siempre que se mantenga una adecuada trabajabilidad, se cumpla con el asentamiento requerido y se obtenga la resistencia especificada

Las limitaciones anteriores también pueden ser obviadas si, a criterio de la Supervisión, la trabajabilidad y consistencia del concreto y los procedimientos de compactación son tales que el concreto puede ser colocado sin que se formen vacíos o cangrejeras. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006)

2.2.2.2.3.5 PARTÍCULAS PERJUDICIALES

Las partículas perjudiciales presentes en el agregado no deberán exceder de los siguientes valores:

- Arcilla..... 0.25%
- Partículas Blandas..... 5.00%
- Material más fino que la malla N° 200..... 3.00%
- Carbón y Lignito:
 - Cuando el acabado superficial es de importancia.....0.50%
 - Otros concretos1.00%

El agregado cuyos límites de partículas superficiales excedan a los indicados, podrá ser aceptado siempre que un concreto, preparado con agregados de la misma fuente, haya cumplido con los requisitos especificados o, en ausencia de un registro de servicios, tenga características satisfactorias cuando es ensayado en el laboratorio.

Los límites dados deberán aplicarse a las clases de agregado especificadas por el comprador o en otros documentos. Si la clase no es especificada, los requisitos para las clases 3S, 3M, o 1N deberán ser aplicados en las regiones de severo, moderado y despreciable intemperismo, respectivamente. (Civilgeeks, 2010)

2.2.2.3 EL AGUA

Ya hemos visto que el agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto. Complementariamente, al evaluar el mecanismo de hidratación del cemento vimos como añadiendo agua adicional mediante el curado se produce hidratación adicional del cemento, luego esta agua debe cumplir también algunas condiciones para poderse emplear en el concreto. (SENCICO, 2002)

En este capítulo abordaremos ambos aspectos, sin tocar campos especiales como son los efectos de variaciones en la presión de poros, así como las situaciones de temperaturas extremas en el concreto que ocasionan comportamientos singulares del agua.

2.2.2.3.1 EL AGUA DE MEZCLA

Según el libro “Banco temático de encofrados fierriería tomo III” de SENCICO se especifica que:

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- 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.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento. El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que



ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

La norma NTP 339 088 considera apta para el amasado y/o curado de concretos y morteros, el agua cuyas propiedades y contenido en sustancias disueltas estén comprendidas dentro de los límites siguientes:

- El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 Mg/1 (3ppm).
- El contenido de residuo sólido no será mayor de 5 g/1 (5,000ppm).
- El pH estará comprendido entre 5,5 y 8.
- El contenido de sulfatos, expresado en ion SO₄ será menor de (600ppm)
- El contenido de cloruros, expresado en ion Cl, será menor de 1 g/1 (11,000ppm).
- El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresada en NaHCO₃ será mayor de 1 g/1 (1,000ppm).

Como requisito opcional considera que si la variación de color es una característica que se desea controlar, el contenido de fierro, expresado en ion férrico, será de una parte por millón (1ppm).

TABLA N° 3: CALIDAD DEL AGUA

LÍMITES PERMISIBLES PARA EL AGUA DE MEZCLA Y DE CURADO SEGÚN LA NORMA NTP 339.088	
Descripción	Límite permisible
1) Límite en suspensión	5000 ppm máximo
2) Materia orgánica	3 ppm máximo
3) Alcalinidad (NaHCO ₃)	1000 ppm máximo
4) Suelo (ion SO ₄)	600 ppm máximo
5) Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm máximo
6) PH	5 a 8

FUENTE: NORMA NTP 339.088

2.2.2.3.2 EL AGUA PARA CURADO

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto. No obstante lo mencionado, si revisamos lo ya evaluado con respecto al mecanismo de hidratación del cemento y la estructura de la pasta, podemos concluir, que el agua adicional que puede contribuir a hidratar el concreto proveniente del curado, representa una fracción solamente del agua total (alrededor de la quinta parte en volumen absoluto), por lo que las limitaciones para el caso del agua de curado pueden ser menos exigentes que en el caso del agua de mezcla, pudiendo aceptarse reducirlas a la mitad en la mayoría de los casos.

Otro factor que incide en esta consideración es que el agua de curado permanece relativamente poco tiempo en contacto con el concreto, pues en la mayoría de especificaciones el tiempo máximo exigido para



el curado con agua no supera los 14 días. Una precaución en relación al curado con agua en obra empleando el método usual de las "arroceras", es decir creando estancamiento de agua colocando arena o tierra en los bordes del elemento horizontal, consiste en que hay que asegurarse que estos materiales no tengan contaminaciones importantes de sales agresivas como cloruros o sulfatos, que entrarían en solución y podrían ocasionar efectos locales perjudiciales, si por falta de precaución o descuido permanecen en contacto con el concreto durante mucho tiempo.

El agua de lavado de mixeres o mezcladoras, puede emplearse normalmente sin problemas en el curado del concreto, siempre que no tengan muchos sólidos en suspensión, ya que en algunos casos se crean costras de cemento sobre las superficies curadas, sobre todo cuando el agua proviene del lavado de equipo donde se han preparado mezclas ricas en cemento y se ha empleado poca agua en esta labor. (SENCICO, 2002)

2.2.3 MICROFIBRA SINTÉTICA

Las microfibras sintéticas de polipropileno es una fibra sintética para el hormigón fabricada en un 100% con polipropileno virgen en forma de microfilamento. Provee refuerzo adicional y protege al concreto de las tensiones de tracción, durante las primeras 24 horas a partir de su colocación, cumple con las normas de ASTM, Especificación Standard C1116 para refuerzo con fibra en concreto y concreto proyectado, concreto con cemento tipo II reforzado con fibra sintética o aplicación proyectada. Esta fibra sintética está diseñada para asegurar su facilidad de uso y su rápida dispersión en el hormigón fresco, ya que puede ser usada en cualquier tipo de concreto para mejorar sus propiedades de resistencia a la flexotracción y al impacto; y permite reemplazar el uso de diferentes tipos de armaduras de acero en elementos prefabricados o en concreto proyectado.

Las fibras de polipropileno se distribuyen uniformemente de forma multidimensional a través de toda la masa del concreto. El número elevado de fibras en la estructura del concreto fresco proporciona un alto grado de refuerzo secundario; dicho refuerzo reduce la formación de cualquier tipo de fisuraciones tempranas, protegiendo el concreto cuando su resistencia a la tensión es más baja. Esta fisuración, originada por la retracción plástica, asentamiento u otras tensiones internas, pueden debilitar permanentemente el concreto resultante. La fibra sintética reduce la permeabilidad; y mejora la resistencia al impacto y la tenacidad. (Espinoza & Méndez, 2012)

2.2.3.1 CARACTERÍSTICAS

Sus cualidades de elevada resistencia a la tensión y relativamente bajo módulo de elasticidad hacen a la fibra sintética un material idóneo para su uso en el concreto como refuerzo secundario. El aporte más importante de éste refuerzo secundario es el de actuar como control de fisuración, mejorar la estabilidad dimensional y aumentar considerablemente la resistencia al impacto.

La especial estructura reticular de la fibra, así como su elevada área superficial de contacto, le confiere un elevado poder de adherencia mecánica a la matriz del concreto. La fibra sintética de polipropileno es un material absolutamente estable en el medio alcalino propio del concreto. No absorbe agua. No es tóxico ni incómodo para manejar. (El Mosri & Gomez, 2006)

2.2.3.2 VENTAJAS

Según la ficha técnica de CHEM MASTERS DEL PERÚ, las ventajas son las siguientes:

Excelente acabado.

Distribución uniforme en la matriz.

Virtualmente invisible en el concreto.



Cuando se mezcla según la norma de ASTM C94, las fibras siempre están en la posición adecuada.

Reduce la formación de grietas por contracción plástica, agrietamiento plástico y grietas por asentamiento en el concreto (ICC-ES AC32) y migración de agua de exudación.

Incrementa la resistencia al impacto (ASTM C%544), la resistencia a facturación (ASTM C496) y abrasión (durabilidad de la superficie).

Reduce la permeabilidad.

Reduce el astillamiento causado por la explosión del concreto expuesto al fuego.

2.2.3.3 DESVENTAJAS

No debe usarse como sustituto de concretos impermeables en estructuras hidráulicas.

No sustituye el acero de refuerzo estructural, no se puede aumentar las distancias entre juntas, ni son un sustituto de cualquier armadura prevista por requisitos de diseño estructural.

No se debe aplicar en estructuras que durante la colocación del concreto estén expuestas a altas temperaturas. (Espinoza & Méndez, 2012)

2.2.3.4 USOS Y APLICACIONES:

Las microfibras de polipropileno, pueden ser usadas en cualquier aplicación donde sea requerida una reducción de la fisuración y una mejora de la durabilidad. Es sabido que los morteros, sufren retracción capaces de fisurarlos por lo que es necesario incorporar a la mezcla la fibra sintética de 6mm para disminuir el riesgo de fisuramiento. La fibra de 19 mm es utilizada en concretos en general y con mayor demanda en sobre losas. Su función es disminuir el fisuramiento que



experimentan los concretos con la pérdida de humedad y su periodo de retracción. (El Mosri & Gomez, 2006)

2.2.3.5 PROPIEDADES FÍSICAS

Según la ficha técnica de CHEM MASTERS DEL PERÚ, las ventajas son las siguientes:

Material	: Polipropileno Virgen 100%
Diseño	: Monofilamento
Diámetro	: 12 Micrones (+1/-3 Micrones)
Color	: Natural
Peso Unitario	: 0.91 gr/cm ³
Humedad	: <300gr/m ³
Punto de Fusión	: 160 °C / 320 °F
Módulo de Elasticidad	: 5.5 GPA / 800 ksi
Tenacidad	: 8.5 cN/dtex / 765 MPA / 110 KSI
Resistencia a la Tensión	: 110 ksi (765 MPa)
Punto de Ignición	: 590 °C / 1094 °F
Conductividad Térmica y Eléctrica	: Baja
Elongación a la Ruptura	: < 25%
Absorción de Agua	: Cero
Resistencia Química y Alcalina	: Excelente

Longitudes de cortes de fibras disponibles: ½" (12 mm) y ¾" (19 mm) y combinaciones.



2.2.3.6 ADHERENCIA DE LA FIBRA A LA MATRIZ DEL CONCRETO

No existe adherencia físico-química entre fibras y la matriz. No existe adherencia física porque no se generan grumos al momento de la mezcla, así como tampoco existe adherencia química porque la microfibra de polipropileno no reacciona químicamente, ni interfiere con las reacciones químicas de la matriz de concreto. Precisamente la hidrofuguidad de aquéllas permite su buena distribución en la masa sin formar bolas. La adherencia es puramente mecánica, favorecida por la fibrilación o hendido de las fibras matrices, que con su estructura abierta favorecen la acción de cuña. (El Mosri & Gomez, 2006)

2.2.3.7 COMPATIBILIDAD CON ADITIVOS

CHEMA fibra ultrafina es compatible con todos los demás aditivos. Su acción en el concreto es puramente mecánica y no afecta nunca al proceso de hidratación. Se aconseja aplicar los diferentes aditivos por separado.

2.2.3.8 DOSIFICACIÓN

La dosificación normal para CHEMA fibra ultrafina es de 300 gramos por m³ de concreto.

2.2.3.9 MODO DE EMPLEO DE LA FIBRA SINTÉTICA

CHEMA fibra ultrafina se suministra convenientemente empaquetado en un tipo de bolsas especiales (concrete ready TM bag) que se añade directamente, sin abrir, al camión hormigonero o a la amasadora de planta. Estas bolsas están fabricadas a base de un tipo especial de fibra de celulosa que se desintegra durante el amasado, dispersando las fibras a través de la mezcla.

La fibra sintética puede ser adicionada al hormigón en cualquier momento durante el proceso de carga o amasado. Se puede adicionar sobre los áridos durante la pesada o la carga, o a la amasadora de



planta o camión mixer antes, durante o después de la carga. El concreto debe ser mezclado a alta velocidad de revolución durante 5 minutos, o un total de 70 revoluciones después de la adición de la fibra sintética, para asegurar la distribución uniforme.

2.2.4 DISEÑO DE MEZCLAS

El concreto y sus derivados son resultados de diseños, trabajos reales de ingeniería, susceptibles de toda acción de ajuste, modificación y lo que es más importante, de optimización. Ello no debe implicar que hacer un buen concreto sea difícil. La experiencia ha demostrado que los materiales y procedimientos de un concreto bueno y uno malo pueden ser los mismos y que la diferencia entre los dos radica en los criterios juiciosos que se aplican durante su diseño, elaboración, transporte, colocación, compactación, curado y protección; lo cual en ningún momento genera un costo adicional como generalmente se cree.

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, es definida como el proceso que, en base a la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, permite lograr un material que satisfaga de la manera más eficiente y económico los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

Los procedimientos que siguen los principales diseños de mezclas son:

2.2.4.1 MÉTODO DEL ACI 211

Según Rivva Lopez en su libro “Tecnología del Concreto – Diseño de Mezclas”, este procedimiento propuesto por el comité ACI 211, está basado en el empleo de tablas.

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple, el cual, basándose en algunas de las tablas,

permite obtener valores de los diferentes materiales que integran la unidad cúbica del concreto.

El procedimiento para la selección de las proporciones que se presenta en este capítulo es aplicable a concretos de peso normal y a las condiciones que para cada una de las tablas se indican en ellas.

Es usual que las características de obra establezcan limitaciones a quien tiene la responsabilidad de diseñar la mezcla. Entre dichas limitaciones pueden estar:

- Relación agua-cemento máxima.
- Contenido mínimo de cemento.
- Contenido máximo de aire.
- Asentamiento.
- Tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Resistencia en compresión mínima.
- Requisitos especiales relacionados con la resistencia promedio, el empleo de aditivos, o la utilización de tipos especiales de cemento o agregados.

Secuencia:

PRIMER PASO: Selección de la resistencia requerida (f'_{cr})

ECUACIÓN 4

$$f'_{cr} = f'_{c} + 1.33\sigma$$

ECUACIÓN 5

$$f'_{cr} = f'_{c} + 2.33\sigma - 35$$

donde σ : desviación standard (kg/cm^2)

Cuando no se cuente con un registro que permita obtener la desviación estándar, la resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la Tabla 4. (Pasquel, 1998)

TABLA N° 4: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO

F'c	F'cr
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 85$
Sobre 350	$1.1 * f'c + 50$

FUENTE: RNE E-060.

SEGUNDO PASO: Selección del TMN del agregado grueso.

TERCER PASO: Selección del asentamiento TABLA N° 5

CUARTO PASO: Seleccionar el contenido de agua TABLA N° 6

QUINTO PASO: Seleccionar el contenido de aire atrapado TABLA N° 7

SEXTO PASO: Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión o por durabilidad. TABLAS N° 8 y 9

SÉPTIMO PASO: Cálculo del contenido de cemento (4)/(5)

OCTAVO PASO: Seleccionar el peso del agregado grueso TABLA N° 10 proporciona el valor de b/b_0 , donde b_0 y b : son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.

NOVENO PASO: Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.

DECIMO PASO: Cálculo del volumen del agregado fino.

DECIMO PRIMER PASO: Cálculo del peso en estado seco del agregado fino.

DECIMO SEGUNDO PASO: Presentación del diseño en estado seco.

DECIMO TERCER PASO: Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.

DECIMO CUARTO PASO: Presentación del diseño en estado húmedo.

TABLA N° 5: ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA DIVERSOS TIPOS DE OBRAS

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA DIVERSOS TIPOS DE OBRAS		
TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP MAXIMO	SLUMP MINIMO
ZAPATAS Y MUROS DE CIMENTACION REFORZADOS	3"	1"
CIMENTACIONES SIMPLES Y CALZADURAS	3"	1"
VIGAS Y MUROS ARMADOS	4"	1"
COLUMNAS	4"	2"
LOSAS Y PAVIMENTOS	3"	1"
CONCRETO CICLOPEO	2"	1"

FUENTE: (Rivva, Tecnología del concreto - Diseño de mezclas, 1992)

TABLA N° 6: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Agua en l/m ³ , para los tamaños máx. Nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	170	160	---
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

FUENTE: (Rivva, Tecnología del concreto - Diseño de mezclas, 1992)

TABLA N° 7: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso. 2	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

FUENTE: (Rivva, Tecnología del concreto - Diseño de mezclas, 1992)

TABLA N° 8: RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA

f'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	
200	0.7	0.71
250	0.62	0.61
300	0.55	0.53
350	0.48	0.46
400	0.43	0.4
450	0.38	

FUENTE: (Rivva, Tecnología del concreto - Diseño de mezclas, 1992)

TABLA N° 9: CONDICIONES ESPECIALES DE EXPOSICIÓN

Condiciones de exposición	Relación w/c máxima, en concretos con agregados de peso normal	Resistencia en compresión mínima en concretos con agregados livianos
<p>Concreto de baja permeabilidad</p> <p>(a) Expuesto a agua dulce.....</p> <p>(b) Expuesto a agua de mar o aguas solubles.....</p> <p>(c) Expuesto a la acción de aguas cloacales.....</p>	<p>0.50</p> <p>0.45</p> <p>0.45</p>	<p>2.60</p>
<p>Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condiciones húmedas</p> <p>(a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas.....</p> <p>(b) Otros elementos.....</p>	<p>0.45</p> <p>0.50</p>	<p>300</p>
<p>Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salubres, neblina, o rocío de estas aguas.</p> <p>Sí el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm.....</p>	<p>0.40</p> <p>0.45</p>	<p>325</p> <p>300</p>

FUENTE: (Rivva, Tecnología del concreto - Diseño de mezclas, 1992)

TABLA N° 10: CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO PARA DIFERENTES MÓDULOS DE FINURA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
	3 / 8 "	0.50	0.46	0.46
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2 "	0.75	0.73	0.71	0.69
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.82	0.80	0.78	0.76
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

FUENTE: (Rivva, Tecnología del concreto - Diseño de mezclas, 1992)

2.2.5 PROPIEDADES DEL CONCRETO

Propiedades del concreto de acuerdo a la definición del Ing. Flavio Abanto Castillo en su libro Tecnología del Concreto del año 1996.

2.2.5.1 PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO

Las propiedades del concreto fresco son: Trabajabilidad, consistencia, segregación, exudación, contracción, peso unitario fresco y contenido de aire. Para la presente investigación se investigó el peso unitario fresco.

2.2.5.1.1 PESO UNITARIO FRESCO

El peso unitario del concreto fresco y del endurecido depende del tamaño máximo, granulometría y densidad de los agregados, así como también de la cantidad de aire atrapado e incorporado, y del contenido de agua y cemento.

La densidad y cantidad de cada agregado afecta la masa unitaria del concreto en estado fresco. Cuando estos son de muy alta porosidad, la



masa unitaria del concreto puede variar dependiendo del grado de saturación de los agregados antes de la mezcla.

2.2.5.2 PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

Las propiedades del concreto endurecido son: Resistencia, durabilidad e impermeabilidad. En la presente tesis se investigó la resistencia.

2.2.5.2.1 RESISTENCIA

Es una habilidad para resistir esfuerzos, y de allí que se pueda considerar de cuatro maneras: Compresión, tracción, flexión, y corte. El concreto presenta una alta resistencia a los esfuerzos de compresión y muy poca a los de tracción, razón por la cual, la resistencia a la compresión simple es la propiedad a la que se le da mayor importancia.

2.2.5.2.1.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

En términos generales, la gran mayoría de estructuras de concreto son diseñadas bajo la suposición de que éste resiste únicamente esfuerzos de compresión, por consiguiente, para propósitos de diseño estructural, la resistencia a la compresión es el criterio de calidad, y de allí que los esfuerzos de trabajo estén prescritos por los códigos en términos de porcentajes de la resistencia a la compresión.

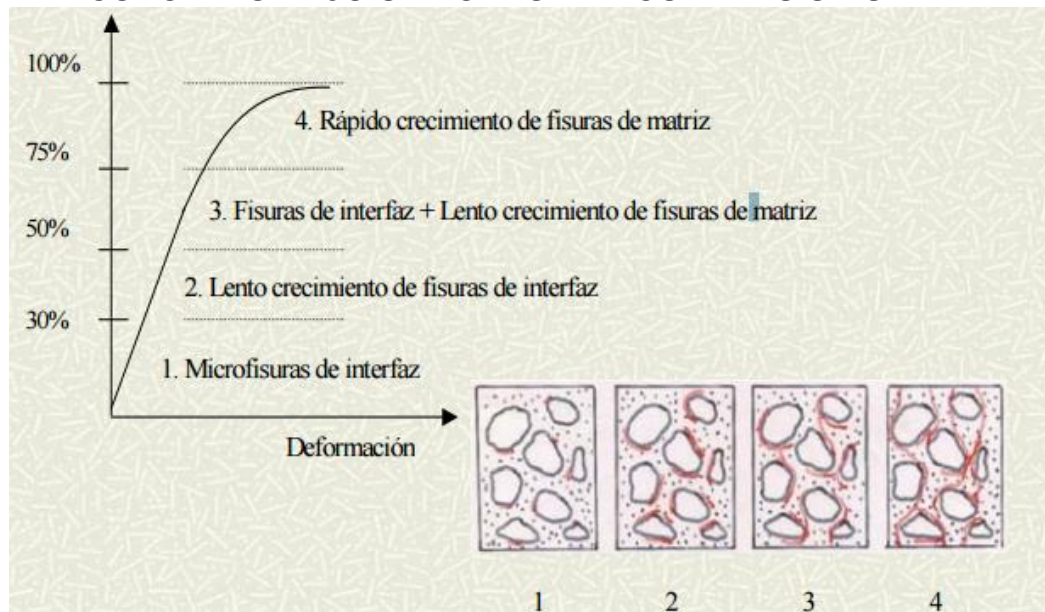
2.2.5.2.2 MECANISMO DE FALLA DEL CONCRETO EN COMPRESIÓN

Según el Ing. Raúl Zerbino en su informe de resistencia del hormigón, el mecanismo de falla del concreto bajo cargas de compresión involucra un proceso progresivo de deterioro interno del material. Este daño interno, se caracteriza por un incremento y propagación de micro y microfisuras que en términos de balance energético reconocen dos estados: uno de crecimiento estable, donde la energía necesaria para que se produzca la propagación de las fisuras debe ser suministrada al material a través de un incremento de sollicitación externa y otro de

crecimiento inestable, donde el nivel energético alcanzado resulta suficiente para que la fisura se propague por si sola sin mayor demanda de energía.

El desarrollo de un ensayo de una probeta a compresión axial procede de la siguiente forma: (FIGURA N°1)

FIGURA N° 1: CURVA TENSIÓN-DEFORMACIÓN DE UNA PROBETA DE CONCRETO BAJO UNA CARGA DE COMPRESIÓN UNIAxIAL

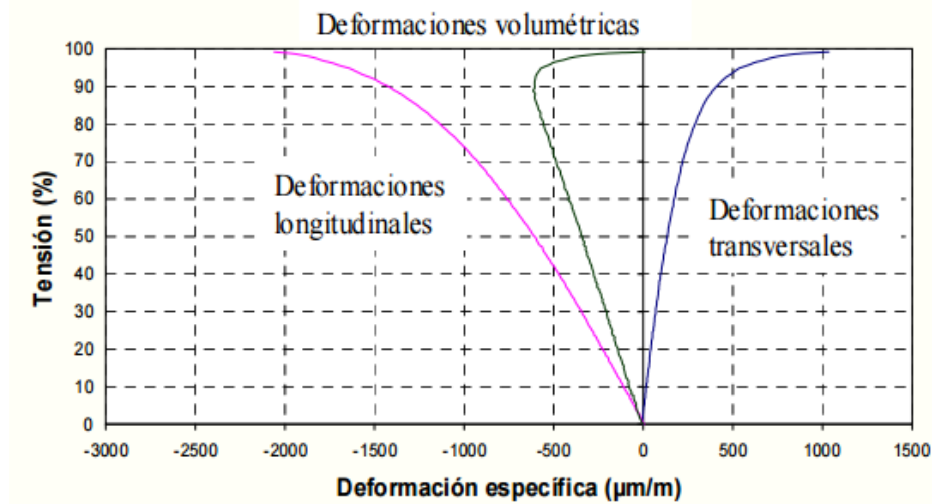


FUENTE: (Zerbino, 2011)

Hasta el 30% del f_c , sólo existen microfisuras que permanecen estables o presentan un crecimiento poco significativo. Entre el 30% y el 50%, las fisuras de interfaz (fisuras de adherencia) comienzan a crecer en forma lenta. Próximo al 50% de la carga de rotura las fisuras se propagan a lo largo de las interfaces de matriz, agregado y posteriormente se internan en la matriz. La curva (FIGURA N° 1) se aparta de la linealidad y la relación entre deformaciones transversales y longitudinales (relación de Poisson) comienza a crecer. Para una tensión relativa del 75% al 80% del f_c , se produce un crecimiento rápido e inestable de fisuras. En este periodo es posible detectar un mínimo en la curva de deformaciones volumétricas (FIGURA N° 2), el volumen aparente de la probeta no continua decreciendo si no que, debido a una extensa fisuración interna comienza a crecer. La tensión

para la cual se produce este cambio en la variación del volumen aparente, se denomina tensión crítica y como fuera dicho corresponde al inicio de una propagación inestable de las fisuras a través de la matriz.

FIGURA N° 2: COMPORTAMIENTO TENSIÓN-DEFORMACIÓN DEL CONCRETO BAJO UNA CARGA DE COMPRESIÓN UNIAXIAL



FUENTE: (Zerbino, 2011)

2.2.5.2.2.1 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Los elementos sometidos a flexión tienen una zona sometida a compresión y otra región en que predominan los esfuerzos de tracción. Este factor es importante en estructuras de concreto simple, como las losas de pavimentos.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1.1 TIPO: CUANTITATIVO

El tipo de investigación es cuantitativa porque nos permite evaluar la realidad en función de parámetros que son medibles, replicables y que estos pueden ser reproducidos con las mismas condiciones en cualquier momento. Además nos permite hacer el uso de datos numérico. (Sampieri, 1999)

Es cuantitativa porque está orientada hacia la descripción, predicción y explicación, dirigido hacia datos medibles u observables.

Hacemos la comparación de grupos o relaciones entre variables, comparación de resultados con predicción y estudios previos.

También es aplicativo porque nos permite hacer uso de los conocimientos de una ciencia para resolver un problema específico.

3.1.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.2.1 NIVEL: DESCRIPTIVO CORRELACIONAL

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Es decir miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos (variables), aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así describir lo que se investiga (Sampieri, 1999)



Este estudio es descriptivo porque hicimos una recolección de información, sobre los conceptos o las variables a las que nos referimos anteriormente, en la presente investigación se especificaron las propiedades, características de cualquier fenómeno que se analice y también se describe tendencias de un grupo o población. Y es correlacional ya que se relacionó matemáticamente las variables “Cantidad de microfibras de polipropileno por m³ de concreto” y “resistencia a compresión axial y resistencia a flexión, del concreto”.

3.1.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1.3.1 MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO

El método hipotético-deductivo es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica. El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia.

En la presente investigación se usa el método hipotético deductivo porque partimos de una hipótesis la cual vamos a demostrar mediante una serie de pasos los cuales nos permite deducir relaciones entre las variables que permiten demostrar la hipótesis.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de la presente investigación se usó el diseño experimental, que administran estímulos o tratamientos, calificándolo este con la realización de Experimentos Puros, en el cuál se realizará:

- Manipulación intencional de variables.
- Medición de variables



- Control y Validez
- Grupos de Comparación

Se tiene dos grupos de objetos con las mismas características. Antes de realizar el experimento se efectúa una pre-prueba, es decir se mide la cualidad que se desea observar en el experimento.

A cualquier de los grupos se le somete al tratamiento experimental. A uno se le llama grupo experimental y al otro grupo de control (N.M., 2010)

Para el desarrollo de la investigación, se considerara la siguiente metodología cuyo desarrollo está dividido por etapas.

3.2.2 DISEÑO DE INGENIERÍA

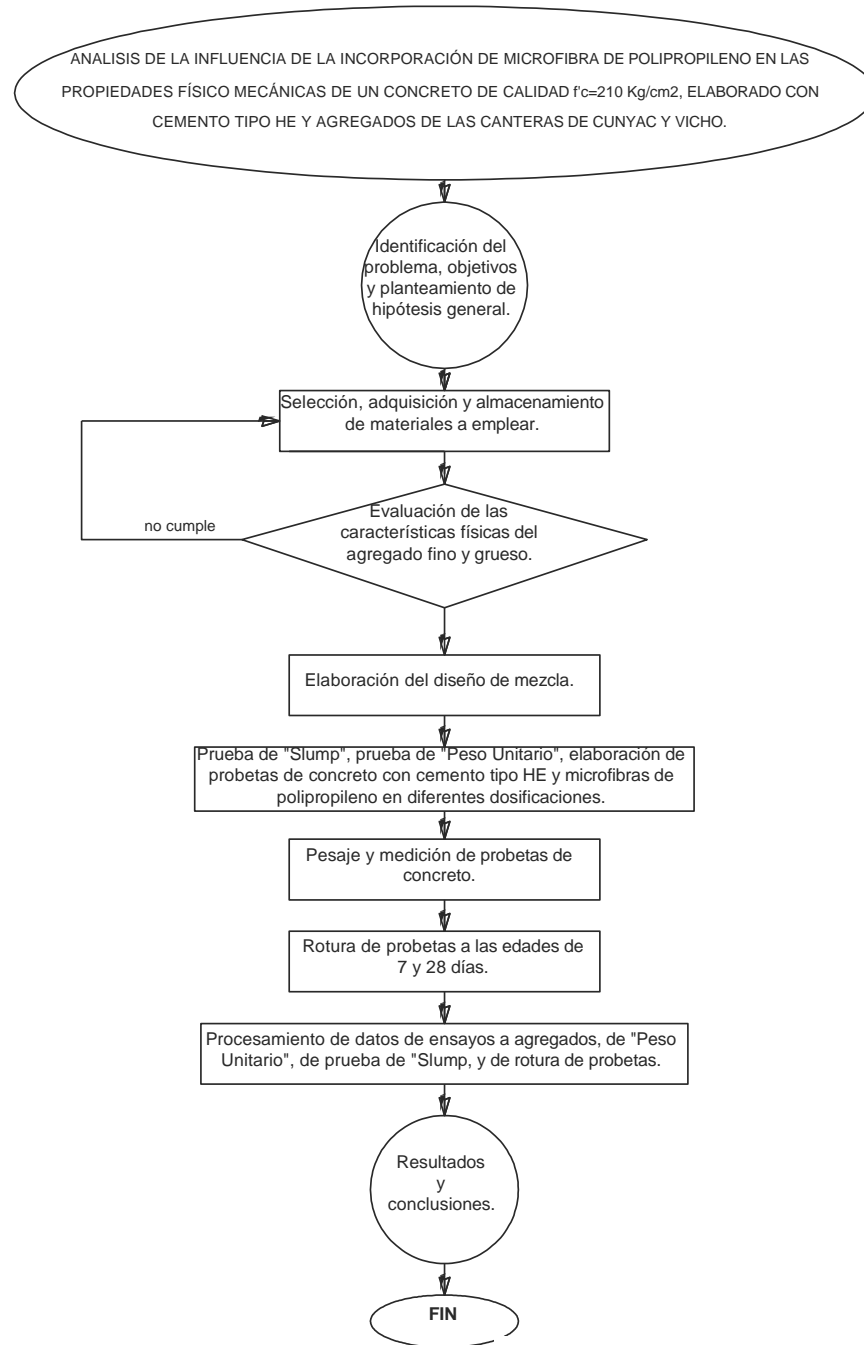
El trabajo a realizar se desarrollará de la siguiente forma:

- Primero se recaudará toda la información pertinente al tema de investigación
- Se procederá con la selección, adquisición y almacenamiento de materiales a emplear.
- Se evaluarán las características físicas del agregado fino y del agregado grueso.
- Se elaborará el diseño de mezcla para la elaboración del concreto.
- Se fabricarán los testigos de concreto con cemento tipo HE con diferentes dosificaciones de microfibra de polipropileno.
- Se realizarán las pruebas de “Slump” para evaluar el revenimiento.
- Se pesarán y medirán los testigos elaborados.
- Se procederá a efectuar la rotura de testigos de concreto.
- Se procesarán los datos recolectados de las diferentes pruebas.

- Se concluirá con las relaciones matemáticas obtenidas a partir de los datos recolectados y se formularán las recomendaciones pertinentes.

A continuación se mostrará el esquema de la presente investigación:

FIGURA N° 3: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA INVESTIGACIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1 POBLACIÓN

3.3.1.1 DESCRIPCIÓN DE LA POBLACIÓN

La población se define como el conjunto integrado por todas las mediciones y observaciones del universo de interés en la investigación. “La población es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las unidades de población poseen una característica común, la que se estudia y da origen a los datos de la investigación”, (Tamayo, 2003).

La población de la tesis fueron briquetas y viguetas. Las briquetas son testigos cilíndricos de concreto de 15 centímetros de diámetro y 30 centímetros de altura. Las viguetas son testigos de concreto de 15 centímetros de base, 15 centímetros de altura, y 50 centímetros de largo.

3.3.1.2 CUANTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN

Basado en lo antes mencionado, en el presente trabajo de investigación fueron consideradas como cuantificación de la población 72 briquetas y 48 viguetas hechas con concreto que contienen una mezcla convencional realizados con cemento tipo HE, agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de la cantera de Cunyac con la incorporación de microfibra de polipropileno, dentro de la ciudad del Cusco.



3.3.2 MUESTRA

3.3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra es parte de la población obtenida con el propósito de investigar propiedades que posee la población. “Cuando este universo (población) sea muy amplio o extenso, se tomará una parte del mismo, conocido como la muestra la cual servirá para representar una parte del mismo”, (Sabino, 2002).

En la presente investigación la muestra es igual a la población debido a que se ensayó el número total de testigos de la población, por lo tanto los testigos utilizados en la muestra fueron viguetas y briquetas.

3.3.2.2 CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Apoyándonos en las definiciones antes mencionadas, la muestra comprende de 72 probetas de concreto para el ensayo de compresión axial y 48 probetas para el ensayo de flexión, utilizando concreto elaborado con cemento tipo HE, agregado grueso de la cantera de Vicho y agregado fino de la cantera de Cunyac con la incorporación de microfibra de polipropileno, dentro de la ciudad del Cusco.

La cual se observa en la Tabla N° 11 en el ítem 3.3.2.4.

3.3.2.3 MÉTODO DE MUESTREO

El muestreo es no probabilístico debido a que la población es finita.

El método de muestreo consiste en la elección por métodos no aleatorios de una muestra cuyas características sean similares a las de la población objetivo. En este tipo de muestreos la “representatividad” la determina el investigador de modo subjetivo, siendo este el mayor inconveniente del método ya que no podemos cuantificar la representatividad de la muestra. (Mateu, 2003)

Dentro del muestreo no probabilístico se tiene el método de muestreo es por conveniencia, ya que se fabrican los elementos de estudio, en este caso briquetas y viguetas, no hay una selección al azar, ni probabilística, se usan todos los elementos fabricados.

3.3.2.4 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE MUESTRA

La cantidad de muestras se realizó según la cantidad de microfibra de polipropileno y de prueba, generando la cantidad de briquetas y viguetas que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA N° 11: DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA A ESTUDIAR

Distribución de la Muestra a Ensayar						
PRUEBA	Concreto Patrón		Concreto + 250 gr/m ³ (gramos de microfibra de polipropileno por m ³ de concreto)		Concreto + 300 gr/m ³ (gramos de microfibra de polipropileno por m ³ de concreto)	
	7 días	28 días	7 días	28 días	7 días	28 días
Compresión	9	9	9	9	9	9
Flexión	6	6	6	6	6	6
PRUEBA	Concreto + 350 gr/m ³ (gramos de microfibra de polipropileno por m ³ de concreto)					
	7 días	28 días				
Compresión	9	9				
Flexión	6	6				

PRUEBA	Total
Pruebas a Compresión	72
Pruebas a Flexión	48

TOTAL: 120

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Las pruebas de revenimiento (para evaluar la consistencia) y peso unitario se realizaron de concretos durante la elaboración de los especímenes.



3.3.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Los elementos muestrales son fabricados con agregados gruesos de 3/4" provenientes de la cantera de Vicho.
- Los elementos muestrales son fabricados con agregados finos provenientes de las canteras de Cunyac.
- Los elementos muestrales son fabricados con agua potable.
- Los elementos muestrales son fabricados con cemento Portland tipo HE de la marca Yura.
- Los elementos muestrales son fabricados con microfibra de polipropileno CHEMA FIBRA ULTRAFINA.
- Los elementos muestrales son curados por los métodos de sumergido en agua.
- Los elementos muestrales para resistencia a la compresión deben ser briquetas con una altura de 30 ± 0.5 centímetros y un diámetro de 15 ± 0.5 centímetros.
- Los elementos muestrales para resistencia a la compresión deben ser briquetas sin la presencia de cangrejas.
- Los elementos muestrales para resistencia a la flexión deben ser viguetas con una base de 15 ± 0.5 centímetros, una altura de 15 ± 0.5 centímetros y una longitud de 45 ± 0.5 centímetros.
- Los elementos muestrales para resistencia a la flexión deben ser viguetas sin la presencia de cangrejas.



3.4 INSTRUMENTOS

3.4.1 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS O INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1.1 GUÍAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

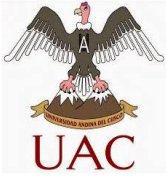

En este estudio se utilizaron guías de observación que permitió recolectar datos de las propiedades físicas de los agregados entre ellos tenemos la recolección de los siguientes datos como son:

- Granulometría de agregados.
- Peso específico de agregados.
- Peso unitario de agregados.
- Ensayo de Compresión.
- Ensayo de Flexión.
- Prueba de Slump.
- Peso unitario del concreto.

3.4.1.1.3 PESO UNITARIO DEL AGREGADO



Este instrumento nos permite tomar los datos obtenidos en laboratorios para luego procesarlos.

TABLA N° 15: TABLA PARA RECOLECCIÓN DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO					
NOMBRE DE LA TESIS	ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA MICRFIBRA DE POLIPROPILENO EN LA PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE CALIDAD $f_c=210$, ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE Y AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO.				
TESISTAS:	JAN CHRISTIAN VALENCIA VARGAS RODRIGO PINO MOSCOSO				
FECHA:				LUGAR:	
Suelto:					
	Número de ensayo	1	2	3	
	Peso del molde (gr)				
	Volumen del molde (cm ³)				
	Peso del molde más agregado (gr)				
Compactado:					
	Número de ensayo	1	2	3	
	Peso del molde (gr)				
	Volumen del molde (cm ³)				
	Peso del molde más agregado (gr)				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



TABLA N° 16: TABLA PARA RECOLECCIÓN DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO				
NOMBRE DE LA TESIS	ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA MICRFIBRA DE POLIPROPILENO EN LA PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE CALIDAD $f_c=210$, ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE Y AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO.			
TESISTAS:	JAN CHRISTIAN VALENCIA VARGAS RODRIGO PINO MOSCOSO			
FECHA:			LUGAR:	
Suelto:				
	Número de ensayo	1	2	3
	Peso del molde (gr)			
	Volumen del molde (cm ³)			
	Peso del molde más agregado (gr)			
Compactado:				
	Número de ensayo	1	2	3
	Peso del molde (gr)			
	Volumen del molde (cm ³)			
	Peso del molde más agregado (gr)			

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.4.1.1.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

TABLA N° 17: TABLA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

 UAC	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
Nombre de la Tesis		ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE CALIDAD $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE Y AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO.							
Alumnos		JAN CHRISTIAN VALENCIA VARGAS RODRIGO PINO M OSGOSO							
FECHA	:	_____			_____				
TIPO DE CONCRETO	:	_____			_____				
EDAD DEL ESPECIMEN	:	_____			_____				
BRIQUETA	DIMENSIONES						PESO (Kg)	Q (CARGA) (Kg)	
	Ø SUP 1 (cm)	Ø SUP 2 (cm)	Ø INF 1 (cm)	Ø INF 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)			

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



3.4.1.1.5 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

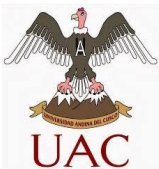

TABLA N° 18: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

		<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p> <p style="text-align: center;">ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</p>														
Nombre de la Tesis		ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE CALIDAD $f_{c28} = 210 \text{ Kg/cm}^2$, ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE Y AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO.														
Alumnos		JAN CHRISTIAN VALENCIA VARGAS RODRIGO PINO MOSCOSO														
FECHA																
TIPO DE CONCRETO																
EDAD DEL ESPECIMEN																
VIGUETA	LONGITUD				ALTURA				ANCHO				CARGA (Kg)	PESO (Kg)	fy (Kg/cm ²)	
	L1 (SUP) (cm)	L2 (INF) (cm)	L3 (SUP) (cm)	L4 (INF) (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	b1 (IZ) (cm)	b2 (DER) (cm)	b3 (IZ) (cm)	b4 (DER) (cm)				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.4.1.1.6 REVENIMIENTO DEL CONCRETO

TABLA N° 19: DETERMINACIÓN DEL SLUMP

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO					
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA					
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL					
REVENIMIENTO						
NOMBRE DE LA TESIS	ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA MICRFIBRA DE POLIPROPILENO EN LA PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE CALIDAD $f_c=210$, ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE Y AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO.					
TESISTAS:	JAN CHRISTIAN VALENCIA VARGAS RODRIGO PINO MOSCOSO					
FECHA:				LUGAR:		
	CONCRETO	SERIE DE VACIADO	Medida 1	Medida 2	Medida 3	
			Pulg			
	TIPO	Serie 1				
		Serie 2				
		Serie 3				
		Serie 4				
		Serie 5				
		Serie 6				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.4.1.1.7 PESO UNITARIO DEL CONCRETO

TABLA N° 20: TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA PESO UNITARIO DEL CONCRETO

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
	FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA						
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
PESO UNITARIO DEL CONCRETO							
Nombre de la Tesis:	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA MICRFIBRA DE POLIPROPILENO EN LA PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE UN CONCRETO DE CALIDAD $f_c=210$, ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE Y AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO.						
TESISTAS:	JAN CHRISTIAN VALENCIA VARGAS RODRIGO PINO MOSCOSO						
FECHA:						LUGAR:	
TIPO DE CONCRETO:							
\varnothing SUP. 1 (cm)	\varnothing SUP. 2 (cm)	\varnothing INF. 1 (cm)	\varnothing INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	PESO BRIQUETER A (Kg)	PESO BRIQUETER A + CONCRETO (Kg)
SERIE:							
SERIE :							

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



3.4.2 INSTRUMENTOS DE INGENIERÍA

Los equipos que se requieren para la presente investigación son los siguientes:

- Juego de tamices 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.
- Agitador mecánico de tamices
- Balanzas
- Horno
- Fiola
- Cono de absorción
- Barra compactadora
- Cono de Abrams
- Mezcladora
- Máquina a compresión
- Probetas cilíndricas (briqueteras)
- Probetas rectangulares (vigueteras)
- Varilla metálica
- Máquina de los Ángeles
- Montaje de Flexión

3.5 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

3.5.1.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA

- Balanza.
- Brocha.
- Tamices 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.

3.5.1.2 PROCEDIMIENTO

- Se tomó una muestra de aproximadamente 5 kg del agregado, por el método de cuarteo.

FIGURA N° 4: CUARTEO DEL AGREGADO FINO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Se procedió a realizar el tamizado del agregado fino.

FIGURA N° 5: TAMIZADO DEL AGREGADO FINO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Finalmente, tomamos el peso del material retenido en cada tamiz.

FIGURA N° 6: MATERIAL RETENIDO EN LOS TAMICES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.1.3 TOMA DE DATOS

- Los datos obtenidos, a partir del tamizado de 1000 gr, fueron:

TABLA N° 21: PESO RETENIDO AGREGADO FINO

TAMIZ	Wtara (gr)	Peso Retenido Wtara + A. (gr)
3/8"	77.8	77.8
#4	77.8	127.4
#8	77.8	181.1
#16	80.9	166.9
#30	77.6	243.6
#50	83	413.8
#100	61.7	265
#200	79.8	124.2
FONDO	83.6	100.2

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.2 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

3.5.2.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA

- Balanza.
- Brocha.
- Tamices: 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4 y N°8.

3.5.2.2 PROCEDIMIENTO

- Se tomó una muestra de aproximadamente 5 kg del agregado, por el método del cuarteo.

FIGURA N° 7: CUARTEO DEL AGREGADO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Se procedió a realizar el tamizado del agregado grueso.

FIGURA N° 8: TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Finalmente, se toma el peso del material retenido encada tamiz.

FIGURA N° 9: PESAJE DEL AGREGADO GRUESO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.2.3 TOMA DE DATOS

Los datos obtenidos, a partir del tamizado de 3694.30 gr, fueron:

TABLA N° 22: PESO RETENIDO DEL AGREGADO GRUESO

TAMIZ	Wtara (gr)	Peso Retenido Wtara + A. (gr)
1"	0.00	0.00
3/4"	78.00	388.60
1/2"	78.00	1162.40
3/8"	80.90	1360.00
#4	77.70	931.00
#8	83.10	236.40
FONDO	79.40	91.50

FUENTE: Elaboración propia.

3.5.3 PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS FINOS (NTP 400.022)

3.5.3.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA

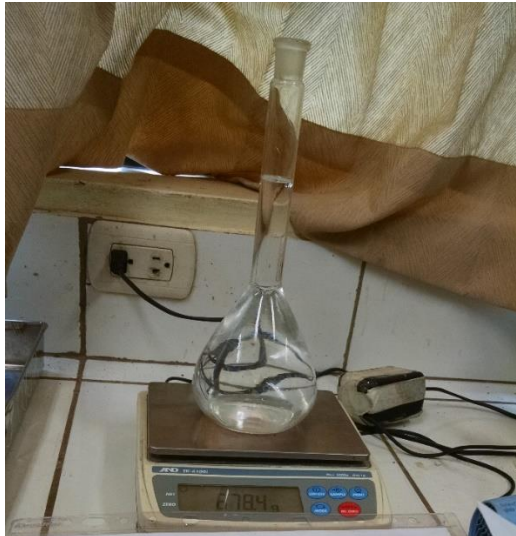
- Balanza de precisión de 0.5 gr.
- Picnómetro, de capacidad de 500 ml.
- Cono metálico.

- Apisonador de metal.
- Bomba de vacíos.
- Horno.

3.5.3.2 PROCEDIMIENTO

- Anotamos el peso del picnómetro con agua hasta el nivel de 500 ml.

FIGURA N° 10: PESAJE DEL RECIPIENTE CON AGUA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Reducimos el material a más de 1 kg, y se procede a secar en el horno a 110 °C, luego se sumerge en agua por 24 horas.

FIGURA N° 11: REDUCCIÓN DEL MATERIAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Sacamos el material del agua, y lo secamos para tenerlo en un estado saturado superficialmente seco

- Para comprobar el estado saturado superficialmente seco, realizamos la prueba del cono de humedad, hasta obtener una muestra que se desmorone, dejando la punta intacta.
- Pesamos 500 gr. de material y ponemos en el picnómetro, los otros 500 gr, van al horno.

FIGURA N° 12: MATERIAL EN EL PICNÓMETRO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Llenamos el picnómetro hasta los 500 ml y se extraen todos los vacíos con la bomba de vacíos.
- Pesamos el material del picnómetro y el material que se dejó en el horno.

FIGURA N° 13: PESO DEL MATERIAL EN EL PICNÓMETRO CON AGUA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.3.3 TOMA DE DATOS

- Los datos obtenidos son:

TABLA N° 23: DATOS OBTENIDOS PARA EL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Peso de la muestra seca en el horno	492.2 gr
Peso del picnómetro lleno con agua	678.3 gr
Peso del picnómetro con agua y la muestra hasta la marca de calibración	991.3 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	500.0 gr

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.4 PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS GRUESOS (NTP 400.021)

3.5.4.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA

- Balanza de precisión de 0.5 gr.
- Canastilla de metal.
- Horno.

3.5.4.2 PROCEDIMIENTO

Lavamos la muestra y se secó en el horno a 110 °C, se enfría y se sumerge en agua por 24 horas.

Secamos superficialmente con ayuda de un trapo, para alcanzar el estado saturado superficialmente seco, y anotamos su peso.

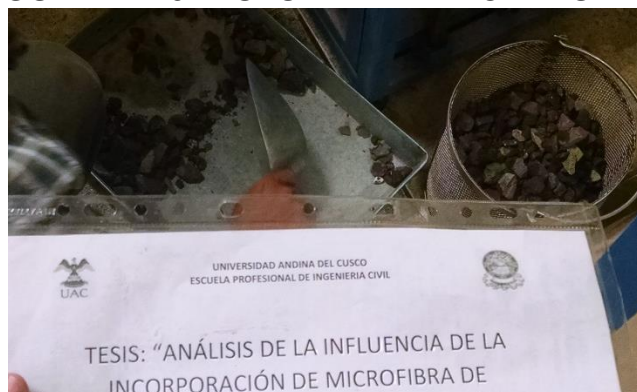
FIGURA N° 14: SECADO DE LA MUESTRA HASTA EL ESTADO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Colocamos la muestra en la cesta y se determina su peso, luego se seca en el horno y se anota su peso.

FIGURA N° 15: MUESTRA EN LA CANASTILLA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.4.3 TOMA DE DATOS

Los datos obtenidos son:

**TABLA N° 24: DATOS OBTENIDOS PARA EL PESO ESPECÍFICO
DEL AGREGADO GRUESO**

Peso de la muestra seca en el aire	4859.1 gr
Peso del muestra saturada superficialmente seca en el aire	4918.5 gr
Peso en el agua de la muestra saturada	3163.1 gr

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.5 PESO UNITARIO (NTP 400.017)

3.5.5.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA

- Balanza.
- Recipiente cilíndrico.
- Varilla de 5/8" y 60cm de longitud.
- Horno.

3.5.5.2 PROCEDIMIENTO

La muestra para este ensayo debe de estar seca, por lo cual se deja en el horno y se procede al ensayo.

PESO UNITARIO SUELTO:

- Determinamos y anotamos el peso y volumen del molde.
- Dejamos caer el material a una altura aproximada de 5 cm, hasta llenar el molde.
- Enrasamos el molde con ayuda de la varilla y anotamos su peso.

FIGURA N° 16: PESO DEL MOLDE MÁS AGREGADO GRUESO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.5.3 TOMA DE DATOS

- Los datos obtenidos fueron:

TABLA N° 25: DATOS PARA EL PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

Número de ensayo	1	2	3
Peso del molde:	5183.2 gr	5183.2 gr	5183.2 gr
Volumen del molde:	1338.5185 cm ³	1338.5185 cm ³	1338.5184 cm ³
Peso del molde más agregado:	7228.3 gr	7235.3 gr	7220.5 gr

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 26: DATOS PARA PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

Número de ensayo	1	2	3
Peso del molde:	6880.0 gr	6880.0 gr	6880.0 gr
Volumen del molde:	5389.7949 cm ³	5389.7949 cm ³	5389.7949 cm ³
Peso del molde más agregado:	14940 gr	14190 gr	14890 gr

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

PESO UNITARIO COMPACTADO:

- Determinamos y anotamos el peso y volumen del molde.
- Vertimos el material en tres capas de 25 golpes cada una.
- Enrasamos el molde y anotamos su peso.

TABLA N° 27: DATOS PARA EL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

Número de ensayo	1	2	3
Peso del molde:	5183.2 gr	5183.2 gr	5183.2 gr
Volumen del molde:	1338.5185 cm ³	1338.5185 cm ³	1338.51848 cm ³
Peso del molde más agregado:	7361.2 gr	7361 gr	7378.7 gr

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 28: DATOS PARA EL PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

Número de ensayo	1	2	3
Peso del molde:	6880 gr	6880 gr	6880 gr
Volumen del molde:	5389.7949 cm ³	5389.7949 cm ³	5389.7949 cm ³
Peso del molde más agregado:	15390 gr	15280 gr	15220 gr

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.6 ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 207 - 2000)

3.5.6.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA

- Balanza, que permita la determinación del peso con aproximación de 1g.

- Horno.
- Tamices.
- Máquina de Los Ángeles.

FIGURA N° 17: MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Carga Abrasiva.

3.5.6.2 PROCEDIMIENTO

- La muestra y la carga abrasiva correspondiente, se colocan en la máquina de Los Ángeles, y se hace girar el cilindro a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm; el número total de vueltas deberá ser 500. La máquina deberá girar de manera uniforme para mantener una velocidad periférica prácticamente constante.
- Una vez cumplido el número de vueltas prescrito, se descarga el material del cilindro y se procede con una separación preliminar de la muestra ensayada, en el tamiz #12. La fracción fina que pasa, se tamiza a continuación empleando el tamiz de 1.70 mm (N° 12). El material más grueso que el tamiz de 1.70 mm (N° 12) se lava, se seca en el horno, a una temperatura comprendida entre 105 a 110 °C, y se pesa con precisión de 1 gr.

FIGURA N° 18: MATERIAL RETIRADO DESPUES DE 500 VUELTAS EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Cuando el agregado esté libre de costras o de polvo, pueden eliminarse la exigencia de lavarlo antes y después del ensayo. La eliminación del lavado posterior, rara vez reducirá la pérdida medida en más del 0.2% del peso de la muestra original.

3.5.6.3 TOMA DE DATOS

TABLA N° 29: DATOS OBTENIDOS ANTES Y DESPUÉS DEL ENSAYO DE ABRASIÓN EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

N° MALLA	PESO RECIPIENTE (gr)	PESO RECIPIENTE + AGREGADO (gr)	PESO AGREGADO (gr)	PESO AGREGADO ANTES DEL ENSAYO (gr)	PESO AGREGADO DESPUES DEL ENSAYO (gr)
SERIE 1					
3/4"	195.30	2704.30	2509.00	5009.40	4552.90
1/2"	195.30	2695.70	2500.40		
SERIE 2					
3/4"	195.30	2693.10	2497.80	4998.50	4562.70
1/2"	195.30	2696.00	2500.70		
SERIE 3					
3/4"	195.30	2699.90	2504.60	5007.90	4556.10
1/2"	195.30	2698.60	2503.30		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.7 CONSISTENCIA DEL CONCRETO (SEGÚN NTP 339.045)

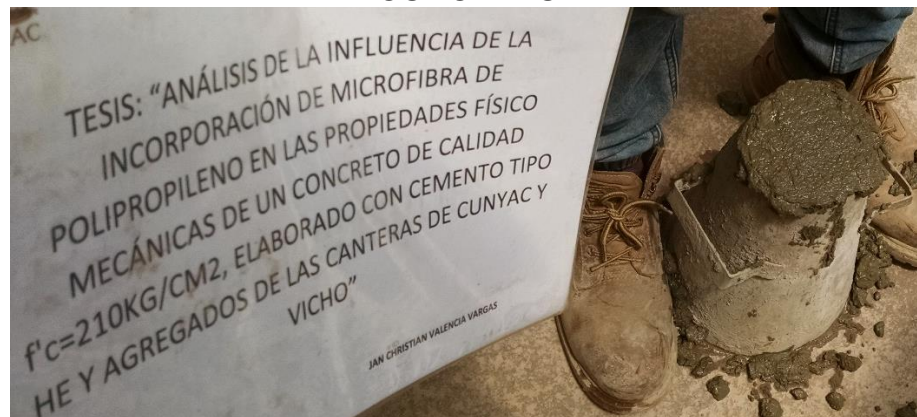
3.5.7.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA

- Cono de Abrams.
- Varilla lisa de 12”.

3.5.7.2 PROCEDIMIENTO

- Para determinar la consistencia del concreto se ha realizado el ensayo de consistencia, en donde se determina el revenimiento en pulgadas. Para lo cual se ha realizado lo siguiente:
- Se ha colocado el cono de Abrams sobre una superficie plana y humedecida, para después sujetarla bien y verter una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.

FIGURA N° 19: DETERMINACIÓN DEL REVENIMIENTO DEL CONCRETO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Enseguida se coloca las otras dos capas, repitiendo el mismo proceso al culminar cada capa, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.
- Al culminar la tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación.
- Después se retira el molde levantándolo cuidadosamente en dirección vertical.

- Se determina la diferencia entre la altura del molde y la altura media de la cara libre del cono deformado, obteniendo así el revenimiento en una medida de longitud.
- En la presente tesis se ha considerado determinar 3 mediciones por cada serie de vaciado que se ha realizado,
- Se ha determinado los siguientes Datos:

3.5.7.3 TOMA DE DATOS

- **SLUMP DEL CONCRETO PATRÓN**

TABLA N° 30: REVENIMIENTO DEL CONCRETO PATRÓN

CONCRETO	SERIE DE VACIADOS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3
		(pulg)		
Concreto Patrón	Serie 1	3.563	3.500	3.531
	Serie 2	3.188	3.313	3.250
	Serie 3	3.813	3.750	3.875
	Serie 4	3.875	3.750	3.625
	Serie 5	3.813	3.750	3.688
	Serie 6	3.625	3.688	3.563

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- SLUMP DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

TABLA N° 31: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

CONCRETO	SERIE DE VACIADOS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3
		(pulg)		
Sin Microfibra de Polipropileno				
Concreto sin Microfibra de Polipropileno 250 gr/cm³	Serie 1	3.500	3.250	3.375
	Serie 2	3.688	3.719	3.656
	Serie 3	3.781	3.750	3.719
	Serie 4	3.844	3.813	3.781
	Serie 5	3.688	3.750	3.813
	Serie 6	3.688	3.625	3.563
Con Microfibra de Polipropileno				
Concreto con Microfibra de Polipropileno 250 gr/cm³	Serie 1	2.563	2.500	2.531
	Serie 2	2.656	2.625	2.594
	Serie 3	3.281	3.250	3.219
	Serie 4	3.563	3.438	3.500
	Serie 5	2.563	2.438	2.500
	Serie 6	2.813	2.688	2.750

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- **SLUMP DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO**

TABLA N° 32: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

CONCRETO	SERIE DE VACIADOS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3
		(pulg)		
Sin Microfibra de Polipropileno				
Concreto sin Microfibra de Polipropileno 300 gr/cm³	Serie 1	3.844	3.813	3.813
	Serie 2	3.875	3.906	3.938
	Serie 3	3.781	3.844	3.813
	Serie 4	3.969	4.000	4.031
	Serie 5	3.906	3.875	3.938
	Serie 6	3.406	3.438	3.469
Con Microfibra de Polipropileno				
Concreto con Microfibra de Polipropileno 300 gr/cm³	Serie 1	2.813	2.781	2.844
	Serie 2	2.406	2.375	2.344
	Serie 3	2.156	2.125	2.094
	Serie 4	3.250	3.219	3.281
	Serie 5	2.438	2.469	2.500
	Serie 6	2.500	2.469	2.531

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- **SLUMP DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO**

TABLA N° 33: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

CONCRETO	SERIE DE VACIADOS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3
		(pulg)		
	Sin Microfibra de Polipropileno			
Concreto sin Microfibra de Polipropileno 350 gr/cm³	Serie 1	3.250	3.313	3.188
	Serie 2	3.813	3.750	3.688
	Serie 3	3.438	3.688	3.656
	Serie 4	3.906	3.938	3.969
	Serie 5	3.094	3.156	3.031
	Serie 6	3.938	3.688	3.813
	Con Microfibra de Polipropileno			
Concreto con Microfibra de Polipropileno 350 gr/cm³	Serie 1	2.688	2.625	2.563
	Serie 2	2.813	2.563	2.688
	Serie 3	2.219	2.250	2.438
	Serie 4	2.375	2.438	2.313
	Serie 5	2.531	2.469	2.406
	Serie 6	2.781	2.813	2.844

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.8 PESO UNITARIO DEL CONCRETO (NTP 339.046)

3.5.8.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA

- 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 acero, briquetera.
- Martillo de goma
- Balanza con precisión de 45 gr.
- Vernier

3.5.8.2 PROCEDIMIENTO

- Se toma las medidas del recipiente (diámetro superior, diámetro inferior y altura).
- Se pesa el recipiente.
- Se llena la tercera parte del recipiente con concreto, se apisona el concreto con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie y luego dar de 10 a 15 golpes con el martillo de goma.

FIGURA N° 20: COLOCACIÓN DEL CONCRETO AL PRIMER TERCIO DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- 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.

FIGURA N° 21: COMPACTADO DEL MATERIAL EN EL SEGUNDO TERCIO DEL VOLUMEN DEL RECIPIENTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- 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 barra compactadora y luego se pesa el recipiente lleno.

FIGURA N° 22: OBTENCION DEL PESO DE RECIPIENTE LLENO CONCRETO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.8.3 TOMA DE DATOS

- PESO UNITARIO DEL CONCRETO PATRÓN

TABLA N° 34: PESO UNITARIO DEL CONCRETO PATRÓN

PATRÓN							
Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	PESO BRIQUETERA (Kg)	PESO BRIQUETERA + CONCRETO (Kg)
SERIE 1							
15.10	15.34	15.14	15.30	30.50	30.50	6.27	19.60
15.10	15.34	15.14	15.30	30.50	30.50	6.27	19.64
15.10	15.34	15.14	15.30	30.50	30.50	6.27	19.63
SERIE 2							
15.10	15.34	15.14	15.30	30.50	30.50	6.27	19.50
15.10	15.34	15.14	15.30	30.50	30.50	6.27	19.57
15.10	15.34	15.14	15.30	30.50	30.50	6.27	19.64

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

**TABLA N° 35: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO
CON 250 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO**

250 gr/m ³ MFP							
Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	PESO BRIQUETERA (Kg)	PESO BRIQUETERA + CONCRETO (Kg)
SERIE 1							
15.20	15.30	15.20	15.20	30.15	30.30	6.46	19.72
15.20	15.30	15.20	15.20	30.15	30.30	6.46	19.68
15.20	15.30	15.20	15.20	30.15	30.30	6.46	19.70
SERIE 2							
15.20	15.30	15.20	15.30	30.15	30.30	6.46	19.50
15.20	15.30	15.20	15.30	30.15	30.30	6.46	19.48
15.20	15.30	15.20	15.30	30.15	30.30	6.46	19.47

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

TABLA N° 36: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

300 gr/m ³ MFP							
Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	PESO BRIQUETERA (Kg)	PESO BRIQUETERA + CONCRETO (Kg)
SERIE 1							
15.10	15.38	15.16	15.30	30.45	30.45	6.49	19.74
15.10	15.38	15.16	15.30	30.45	30.45	6.49	19.73
15.10	15.38	15.16	15.30	30.45	30.45	6.49	19.72
SERIE 2							
15.10	15.38	15.16	15.30	30.45	30.45	6.49	19.90
15.10	15.38	15.16	15.30	30.45	30.45	6.49	19.85
15.10	15.38	15.16	15.30	30.45	30.45	6.49	19.81

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

TABLA N° 37: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

350 gr/m ³ MFP							
Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	PESO BRIQUETERA (Kg)	PESO BRIQUETERA + CONCRETO (Kg)
SERIE 1							
15.10	15.34	15.14	15.30	30.50	30.50	6.27	19.56
15.10	15.34	15.14	15.30	30.50	30.50	6.27	19.56
15.10	15.34	15.14	15.30	30.50	30.50	6.27	19.55
SERIE 2							
15.10	15.38	15.16	15.30	30.45	30.45	6.50	19.77
15.20	15.30	15.20	15.30	30.15	30.30	6.27	19.53
15.10	15.34	15.14	15.30	30.50	30.50	6.29	19.52

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.9 ENSAYO A COMPRESIÓN: DIMENSIONES DE BRIQUETAS Y CARGA MÁXIMA DE ROTURA (NTP 339.034)

3.5.9.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA

- Máquina de compresión axial.
- Vernier.
- Wincha.

3.5.9.2 PROCEDIMIENTO

- Primeramente para la realización del ensayo a compresión se debe tomar las dimensiones de las briquetas circulares, tanto en la parte superior como en la parte inferior.
- Con el fin de distribuir uniformemente la carga, las briquetas circulares se tapan con almohadillas de neopreno.

FIGURA N° 23: FORMA DE COLOCACIÓN DE BRIQUETA CIRCULAR PARA ENSAYO A COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Los testigos se deben centrar en la máquina de ensayo a compresión y cargados hasta completar la ruptura.

- La resistencia a la compresión del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por el testigo para producir la fractura, entre el área promedio de la sección.
- Cada muestra debe considerar la edad de los testigos.

FIGURA N° 24: MÁQUINA DE COMPRESIÓN

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha procedido a determinar las dimensiones de las briquetas circulares, y se ha dado lectura de la carga máxima de rotura.

FIGURA N° 25: DETERMINACIÓN DE LAS MEDIDAS DE LA BRIQUETA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 26: ROTURA DE BRIQUETA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.9.3 TOMA DE DATOS

3.5.9.3.1 TOMA DATOS A LOS 7 DÍAS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- **Concreto Patrón:**

TABLA N° 38: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO PATRÓN

CONCRETO PATRÓN							
DIMENSIONES	DIÁMETRO				ALTURA		CARGA
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (Kg)
7 DÍAS							
BP-10	15.05	15.11	15.06	15.19	30.40	30.40	50930.00
BP-11	15.12	15.13	15.06	15.09	30.50	30.50	53720.00
BP-12	15.10	15.05	15.00	15.20	30.40	30.50	51140.00
BP-13	15.14	15.12	15.05	15.09	30.30	30.20	53860.00
BP-14	15.05	15.02	15.10	15.08	30.50	30.50	52880.00
BP-15	15.15	15.05	15.25	15.10	30.30	30.40	53420.00
BP-16	15.15	15.15	15.15	15.12	30.40	30.65	54189.00
BP-17	15.10	15.15	15.10	15.00	30.40	30.40	51370.00
BP-18	15.10	15.10	15.10	15.12	30.50	30.50	53910.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Concreto Adicionado con 250gr/m³ de microfibra de polipropileno:

TABLA N° 39: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

250 gr/m ³ MFP							
DIMENSIONES	DIÁMETRO				ALTURA		CARGA
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (Kg)
7 DÍAS							
BM250-10	15.10	15.20	15.03	15.24	30.40	30.50	59340.00
BM250-11	15.15	15.10	15.10	15.10	30.50	30.50	59140.00
BM250-12	15.05	15.20	15.20	15.20	30.50	30.50	59090.00
BM250-13	15.20	15.30	15.10	15.10	30.50	30.50	59290.00
BM250-14	15.20	15.15	15.10	15.20	30.40	30.50	59120.00
BM250-15	15.15	15.20	15.10	15.10	30.60	30.40	59680.00
BM250-16	15.10	15.10	15.20	15.15	30.50	30.50	59200.00
BM250-17	15.20	15.30	15.10	15.10	30.40	30.40	59130.00
BM250-18	15.35	15.20	15.15	15.10	30.60	30.50	59970.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Concreto Adicionado con 300gr/m³ de microfibra de polipropileno:

TABLA N° 40: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

300 gr/m ³ MFP							
DIMENSIONES	DIÁMETRO				ALTURA		CARGA
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (Kg)
7 DÍAS							
BM300-10	15.31	15.15	15.20	15.15	30.40	30.30	54430.00
BM300-11	15.00	15.20	15.30	15.00	30.40	30.50	54010.00
BM300-12	15.10	15.05	15.15	15.10	30.40	30.50	54980.00
BM300-13	15.20	15.18	15.30	15.14	30.50	30.50	54790.00
BM300-14	15.22	15.23	15.25	15.18	30.50	30.50	55840.00
BM300-15	15.10	15.20	15.10	15.12	30.50	30.50	55260.00
BM300-16	15.08	15.18	15.15	15.20	30.30	30.40	54070.00
BM300-17	15.10	15.17	15.04	15.15	30.50	30.30	54640.00
BM300-18	15.03	15.09	15.10	15.30	30.40	30.40	55300.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Concreto Adicionado con 350gr/m³ de microfibra de polipropileno:

TABLA N° 41: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

350 gr/m ³ MFP							
DIMENSIONES	DIÁMETRO				ALTURA		CARGA
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (Kg)
7 DÍAS							
BM350-10	15.17	15.12	15.13	15.20	30.50	30.50	60320.00
BM350-11	15.13	15.19	15.09	15.19	30.45	30.45	56030.00
BM350-12	15.16	15.17	15.13	15.16	30.50	30.50	59580.00
BM350-13	15.13	15.14	15.12	15.12	30.50	30.50	55390.00
BM350-14	15.10	15.13	15.17	15.16	30.45	30.45	57480.00
BM350-15	15.18	15.18	15.10	15.10	30.40	30.40	58340.00
BM350-16	15.11	15.12	15.10	15.14	30.25	30.25	60320.00
BM350-17	15.22	15.12	15.20	15.23	30.35	30.35	60200.00
BM350-18	15.19	15.20	15.24	15.00	30.45	30.45	55050.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.9.3.2 TOMA DATOS A LOS 28 DÍAS – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Concreto Patrón:

TABLA N° 42: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO PATRÓN

CONCRETO PATRÓN							
DIMENSIONES	DIÁMETRO				ALTURA		CARGA
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (Kg)
28 DÍAS							
BP-01	15.09	15.11	15.11	15.16	30.50	30.50	62910.00
BP-02	15.05	15.10	15.12	15.10	30.50	30.50	64250.00
BP-03	15.15	15.20	15.30	15.06	30.50	30.40	65620.00
BP-04	14.95	14.65	14.65	15.00	30.30	30.20	63930.00
BP-05	15.20	15.10	15.00	15.20	30.50	30.50	64800.00
BP-06	15.35	15.15	15.30	15.05	30.40	30.40	62950.00
BP-07	14.65	15.50	15.40	14.60	30.10	30.05	63810.00
BP-08	15.15	15.15	15.10	15.20	30.60	30.60	64020.00
BP-09	15.10	15.15	15.10	15.10	30.40	30.40	63270.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Concreto Adicionado con 250gr/m³ de microfibras de polipropileno:

TABLA N° 43: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

250 gr/m ³ MFP							
DIMENSIONES	DIÁMETRO				ALTURA		CARGA
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (Kg)
28 DÍAS							
BM250-01	15.15	15.06	15.10	15.18	30.40	30.50	66660.00
BM250-02	15.08	15.15	15.08	15.18	30.40	30.40	72640.00
BM250-03	15.16	15.08	15.23	15.06	30.30	30.30	70940.00
BM250-04	15.10	15.22	15.02	15.10	30.50	30.40	69980.00
BM250-05	15.15	15.15	15.20	15.15	30.50	30.50	70129.00
BM250-06	15.10	15.30	15.10	15.20	30.50	30.50	70690.00
BM250-07	15.16	15.20	15.15	15.10	30.50	30.50	72060.00
BM250-08	15.14	15.20	15.17	15.07	30.50	30.50	69010.00
BM250-09	15.06	15.26	15.40	15.15	30.50	30.50	70810.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Concreto Adicionado con 300gr/m³ de microfibras de polipropileno:

TABLA N° 44: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO.

300 gr/m ³ MFP							
DIMENSIONES	DIÁMETRO				ALTURA		CARGA
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (Kg)
28 DÍAS							
BM300-01	15.10	15.12	15.11	15.15	30.40	30.30	70470.00
BM300-02	15.20	15.06	15.40	15.15	30.40	30.30	71540.00
BM300-03	15.12	15.10	15.20	15.03	30.40	30.30	72530.00
BM300-04	15.20	15.20	15.15	15.23	30.45	30.50	72530.00
BM300-05	15.20	15.21	15.13	15.13	30.35	30.40	70420.00
BM300-06	15.11	15.14	15.15	15.10	30.50	30.50	71660.00
BM300-07	15.10	15.20	15.10	15.10	30.50	30.40	71420.00
BM300-08	15.15	15.21	15.26	15.18	30.35	30.50	72770.00
BM300-09	15.20	15.30	15.11	15.20	30.50	30.40	72290.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Concreto Adicionado con 350gr/m³ de microfibras de polipropileno:

TABLA N° 45: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

350 gr/m ³ MFP							
DIMENSIONES	DIÁMETRO				ALTURA		CARGA
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	Q (Kg)
28 DÍAS							
BM350-01	15.15	15.20	15.30	15.05	30.50	30.30	66320.00
BM350-02	15.30	15.20	15.10	15.20	30.30	30.40	68740.00
BM350-03	15.30	15.15	15.20	15.05	30.50	30.50	69440.00
BM350-04	15.26	15.15	15.15	15.11	30.50	30.40	67970.00
BM350-05	15.10	15.20	15.10	15.10	30.50	30.50	67540.00
BM350-06	15.10	15.20	15.10	15.23	30.50	30.30	72100.00
BM350-07	15.40	15.30	15.15	15.12	30.50	30.40	69900.00
BM350-08	15.25	15.13	15.20	15.05	30.50	30.50	70150.00
BM350-09	15.20	15.25	15.21	15.14	30.50	30.50	69880.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.10 ENSAYO A FLEXIÓN: DIMENSIONES DE VIGUETAS, LONGITUD DE FALLA Y CARGA (NTP. 339.078)

3.5.10.1 EQUIPO UTILIZADO EN LA PRUEBA

- Máquina de compresión.
- Equipo de montaje para ensayos de flexión.
- Vernier.
- Wincha.

3.5.10.2 PROCEDIMIENTO

Primeramente para la realización del ensayo a flexión, se debe determinar las dimensiones de las viguetas a ensayar.

FIGURA N° 27: DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES EN VIGAS DE FLEXIÓN

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se debe colocar la vigueta centrada con respecto a las dos placas o rótulas de acero de apoyo.

La placa superior de aplicación de carga se pone en contacto sobre la línea central de la luz libre, esta debe estar en contacto con el cabezal de la máquina de ensayo.

FIGURA N° 28: ACONDICIONAMIENTO DE MÁQUINA DE COMPRESIÓN PARA ENSAYOS DE FLEXIÓN

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Después se debe aplicar la carga hasta que esta vigueta falle.

Se determina el ancho y la altura promedio de la vigueta en la sección de falla.

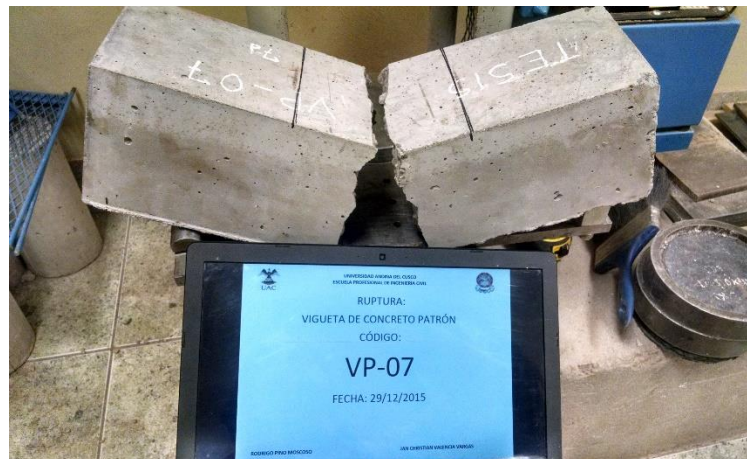
Los datos obtenidos deben ser las dimensiones de las viguetas y la carga.

FIGURA N° 29: PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 30: MUESTRA ENSAYADA ROTULADA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.10.3 TOMA DE DATOS

3.5.10.3.1 TOMA DATOS A LOS 7 DÍAS – RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Concreto Patrón:

TABLA N° 46: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO PATRÓN

PATRÓN														
VIGUETA	LONGITUD				ALTURA				ANCHO				PESO	CARGA
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	(Kg)	Q (Kg)
7 DÍAS														
VP - 07	49.80	49.90	50.00	49.90	15.30	15.40	15.50	15.40	15.20	15.10	15.30	15.20	28.77	3740.00
VP - 08	50.00	50.10	50.00	49.90	15.40	15.50	15.60	15.50	15.00	14.90	15.10	15.00	28.66	3250.00
VP - 09	50.20	50.30	50.20	50.10	15.30	15.40	15.50	15.40	15.20	15.10	15.30	15.20	28.44	3170.00
VP - 10	49.95	50.00	49.90	50.10	15.10	15.10	15.20	15.25	15.10	15.00	15.20	15.00	28.29	3430.00
VP - 11	49.80	49.90	49.90	49.80	15.13	15.04	15.10	15.20	15.10	15.10	15.06	15.06	28.19	3290.00
VP - 12	49.90	49.80	49.80	49.70	15.14	15.05	15.05	15.03	15.00	15.00	15.00	15.10	27.79	2980.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- **Concreto Adicionado con 250gr/m³ de microfibra de polipropileno:**

TABLA N° 47: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

250 gr/m ³ MFP														
VIGUETA	LONGITUD				ALTURA				ANCHO				PESO	CARGA
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)	(Kg)	Q (Kg)
7 DÍAS														
VM250 - 07	49.90	49.90	49.80	49.80	15.00	15.00	15.20	15.10	15.00	15.00	15.10	15.00	27.64	3250.00
VM250 - 08	49.80	50.00	49.90	49.90	15.10	15.20	15.20	15.20	15.00	15.00	15.10	15.00	27.58	3260.00
VM250 - 09	50.00	49.90	49.70	49.90	15.20	15.10	15.20	15.10	15.12	15.10	15.10	15.20	27.92	3670.00
VM250 - 10	49.90	50.00	49.80	49.90	15.10	15.10	15.20	15.10	15.10	15.05	15.05	15.05	27.28	3300.00
VM250 - 11	49.90	49.90	49.90	49.85	15.30	15.20	15.30	15.20	15.10	15.00	15.00	15.03	27.44	3280.00
VM250 - 12	50.00	50.00	49.80	49.80	15.25	15.40	15.27	15.25	15.16	15.25	15.10	15.10	27.55	3000.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Concreto Adicionado con 300gr/m³ de microfibra de polipropileno:

TABLA N° 48: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

300 gr/m ³ MFP														
VIGUETA	LONGITUD				ALTURA				ANCHO				PESO (Kg)	CARGA Q (Kg)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)		
7 DÍAS														
VM300 - 07	50.10	50.30	50.00	50.10	15.10	15.20	15.10	15.20	14.94	15.16	15.00	15.20	27.84	3390.00
VM300 - 08	50.00	50.00	49.90	49.90	15.10	15.20	15.20	15.20	15.10	15.00	15.00	15.10	27.69	3040.00
VM300 - 09	49.90	49.80	49.90	49.80	15.10	15.05	15.10	15.20	15.00	15.00	15.00	15.00	27.29	3400.00
VM300 - 10	49.80	50.00	49.70	49.90	15.14	15.10	15.24	15.32	15.40	15.10	15.04	15.07	27.55	3220.00
VM300 - 11	49.70	49.80	49.70	49.60	15.20	15.30	15.20	15.23	15.12	15.10	15.12	15.00	27.71	3390.00
VM300 - 12	49.80	49.85	50.00	49.80	15.30	15.25	15.33	15.25	15.10	15.05	15.10	15.10	27.34	3380.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Concreto Adicionado con 350gr/m³ de microfibra de polipropileno:

TABLA N° 49: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

350 gr/m ³ MFP														
VIGUETA	LONGITUD				ALTURA				ANCHO				PESO (Kg)	CARGA Q (Kg)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)		
7 DÍAS														
VM350 - 07	49.85	50.00	49.90	49.90	15.04	15.12	15.20	15.10	15.00	15.03	15.02	15.02	27.54	3610.00
VM350 - 08	49.85	49.50	49.90	50.00	15.15	15.10	15.05	15.24	15.02	15.04	15.03	15.10	27.58	3870.00
VM350 - 09	49.95	49.90	49.85	49.85	15.10	15.10	15.13	15.24	15.04	15.00	15.02	15.05	27.62	3710.00
VM350 - 10	49.90	49.80	49.70	49.70	15.10	15.10	15.10	15.04	15.04	15.04	15.04	15.14	27.40	3140.00
VM350 - 11	50.00	49.90	49.80	49.80	15.14	15.10	15.30	15.30	15.11	15.16	15.00	15.16	27.78	3100.00
VM350 - 12	50.10	50.00	50.00	50.10	15.06	15.16	15.12	15.12	15.16	14.97	15.25	15.00	27.68	3370.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.5.10.3.2 TOMA DATOS A LOS 28 DÍAS – RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

- **Concreto Patrón:**

TABLA N° 50: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO PATRÓN

VIGUETA	LONGITUD				ALTURA				ANCHO				PESO (Kg)	CARGA Q (Kg)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)		
28 DÍAS														
VP - 01	49.80	49.80	49.90	49.90	15.20	15.11	15.20	15.11	15.01	15.10	15.01	15.00	28.33	3650.00
VP - 02	49.80	49.80	49.90	49.90	15.14	15.21	15.19	15.10	15.11	15.17	15.12	15.18	28.60	4050.00
VP - 03	49.80	49.80	50.00	49.90	15.16	15.20	15.02	15.13	15.11	15.00	15.07	15.07	28.18	3450.00
VP - 04	49.90	50.00	50.00	49.90	15.20	15.30	15.40	15.30	15.00	14.90	15.10	15.00	28.06	3950.00
VP - 05	50.00	50.10	49.90	49.80	15.20	15.30	15.40	15.30	15.10	15.00	15.20	15.10	28.36	3640.00
VP - 06	49.90	50.00	49.80	49.70	15.10	15.20	15.30	15.20	15.10	15.00	15.20	15.10	27.81	3730.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- **Concreto Adicionado con 250gr/m³ de microfibra de polipropileno:**

TABLA N° 51: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

250 gr/m³ MFP														
VIGUETA	LONGITUD				ALTURA				ANCHO				PESO (Kg)	CARGA Q (Kg)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)		
28 DÍAS														
VM250 - 01	49.90	50.00	49.90	49.90	15.40	15.40	15.35	15.20	15.10	15.20	15.10	15.05	27.67	3250.00
VM250 - 02	50.00	49.90	49.80	49.80	15.30	15.40	15.40	15.30	15.30	15.20	15.00	15.20	28.26	3340.00
VM250 - 03	50.10	50.20	50.10	50.00	15.28	15.40	15.24	15.05	14.97	15.10	15.05	15.23	27.92	3330.00
VM250 - 04	49.80	50.00	49.90	49.90	15.10	15.20	15.20	15.20	15.00	15.00	15.10	15.00	27.69	3460.00
VM250 - 05	49.90	50.00	49.80	49.90	15.10	15.10	15.20	15.10	15.10	15.05	15.05	15.05	27.63	3490.00
VM250 - 06	50.00	49.90	49.80	49.80	15.35	15.40	15.05	15.10	15.00	15.00	15.15	15.00	27.88	3190.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Concreto Adicionado con 300gr/m³ de microfibra de polipropileno:

TABLA N° 52: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

300 gr/m ³ MFP														
VIGUETA	LONGITUD				ALTURA				ANCHO				PESO (Kg)	CARGA Q (Kg)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)		
28 DÍAS														
VM300 - 01	49.90	49.90	49.80	49.80	15.10	15.10	15.20	15.50	15.05	15.00	15.20	15.00	27.43	3950.00
VM300 - 02	49.90	50.00	49.80	49.70	15.20	15.15	15.20	15.20	15.26	15.10	15.15	15.00	27.47	3860.00
VM300 - 03	49.90	50.00	50.00	49.80	15.10	15.10	15.15	15.15	15.00	15.00	15.00	15.00	28.16	3980.00
VM300 - 04	50.00	49.90	49.90	50.00	15.20	15.10	15.20	15.20	15.05	15.10	15.10	15.05	27.64	3890.00
VM300 - 05	49.90	50.00	49.90	50.00	15.20	15.20	15.30	15.20	15.05	15.19	15.05	15.00	27.68	3940.00
VM300 - 06	50.10	50.10	50.00	50.10	15.20	15.25	15.10	15.00	15.00	15.00	15.05	15.20	27.74	3960.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Concreto Adicionado con 350gr/m³ de microfibra de polipropileno:

TABLA N° 53: TOMA DE DATOS PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

350 gr/m ³ MFP														
VIGUETA	LONGITUD				ALTURA				ANCHO				PESO (Kg)	CARGA Q (Kg)
	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	L4 (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	H4 (cm)	B1 (cm)	B2 (cm)	B3 (cm)	B4 (cm)		
28 DÍAS														
VM350 - 01	49.80	50.00	49.90	49.90	15.26	15.05	15.18	15.21	15.04	15.11	15.05	15.05	27.64	3310.00
VM350 - 02	49.80	49.90	49.70	49.70	15.12	15.15	15.38	15.20	15.00	15.03	15.10	15.01	27.63	3580.00
VM350 - 03	50.00	49.90	49.80	49.80	15.13	15.08	15.32	15.17	15.14	15.22	15.02	5.14	27.66	3410.00
VM350 - 04	50.00	49.90	49.90	49.85	15.30	15.20	15.36	15.26	15.09	15.00	15.02	15.04	27.49	3440.00
VM350 - 05	49.90	50.00	49.80	49.90	15.21	15.20	15.15	15.16	15.00	15.02	15.06	15.01	27.41	3660.00
VM350 - 06	50.10	50.20	50.05	50.05	15.16	15.30	15.10	15.10	14.30	15.12	15.01	15.25	28.07	3950.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1 ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

3.6.1.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Con los pesos obtenidos en el ensayo, realizamos calculamos los porcentajes que pasan para comprobar si el material se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma ASTM C33:

TABLA N° 54: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO DEL AGREGADO RETENIDO (gr)	% RET	% PASA
3/8"	9.50	0.00	0.00%	100.00%
#4	4.75	49.60	4.96%	95.04%
#8	2.36	103.30	10.33%	84.71%
#16	1.18	86.00	8.60%	76.11%
#30	0.60	166.00	16.60%	59.51%
#50	0.30	330.80	33.08%	26.43%
#100	0.15	203.30	20.33%	6.10%
#200	0.08	44.40	4.44%	1.66%
FONDO		16.60	1.66%	0.00%
		1000.00	100.00%	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

PESO QUE PASA = PESO TOTAL – PESO RETENIDO

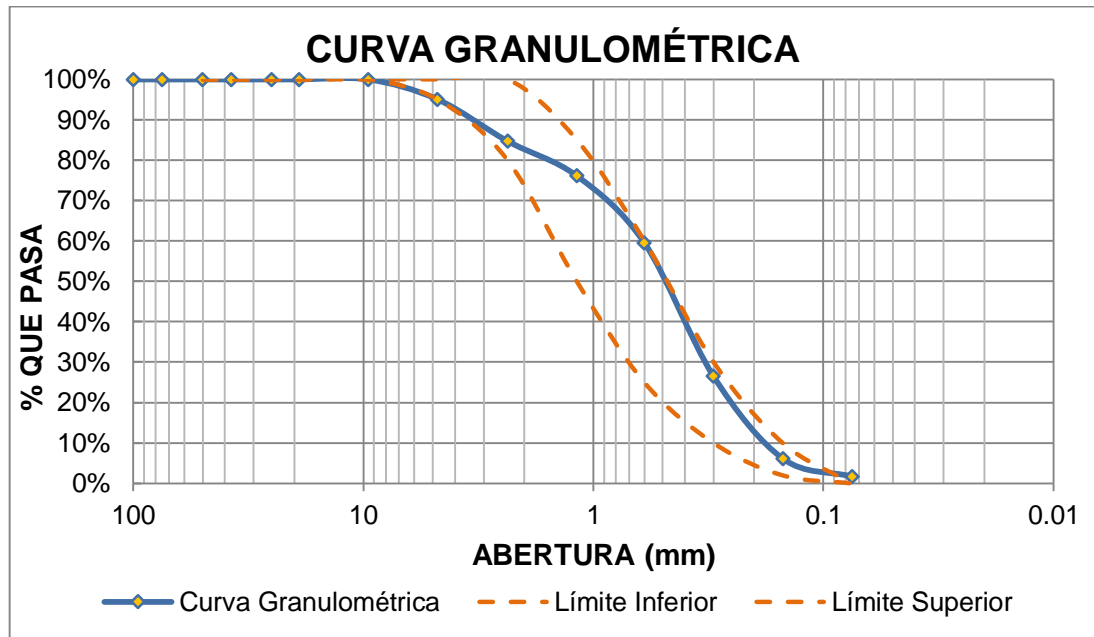
$$\text{PORCENTAJE RETENIDO} = \frac{\text{PESO RETENIDO} * 100\%}{\text{PESO TOTAL}}$$

$$\text{PORCENTAJE QUE PASA} = \frac{\text{PESO QUE PASA} * 100\%}{\text{PESO TOTAL}}$$

3.6.1.2 DIAGRAMAS

- Graficamos los valores obtenidos y los límites dados para visualizar mejor los resultados:

FIGURA N° 31: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Calculamos el módulo de fineza, definido por la suma de los porcentajes retenidos acumulados en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N°100, dividido entre 100:

$$MF = \frac{\sum(N^{\circ} 4 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 16 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 50 + N^{\circ}100)}{100}$$

$$MF = \frac{4.96 + 15.29 + 23.89 + 40.49 + 73.57 + 93.90}{100} = 2.52$$

3.6.1.3 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Para la combinación de material de agregado fino de las canteras de “Cunyac” y “Vicho” se utilizó un método empírico, con el cual se obtuvo una dosificación de 70% y 30% respectivamente. Se encuentra que el

agregado fino está dentro de los límites establecidos por la norma NTP 400.037, detallados en la TABLA N°2.

Asimismo, del cálculo del módulo de fineza se deduce que tenemos una arena media, que se encuentra dentro de los límites establecidos de 2.3 y 3.1 para el concreto.

3.6.2 ANÁLISIS DE LA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

3.6.2.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

- Con los pesos obtenidos en el ensayo, realizamos calculamos los porcentajes que pasan para comprobar si el material se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma ASTM C33, en el huso 67:

TABLA N° 55: LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA EL AGREGADO GRUESO

TAMIZ N°	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR
3/4" (19 mm)	90%	100%
1/2" (12.5 mm)	50%	75%
3/8" (9.5 mm)	20%	55%
N° 4 (4.75 mm)	0%	10%
N° 8 (2.36 mm)	0%	5%

FUENTE: NORMA ASTM C33 HUSO 67

TABLA N° 56: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA EL
AGREGADO GRUESO

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% QUE PASA
1"	25.00	0.00	3694.30	0.00%	100.00%
3/4"	19.00	310.73	3383.57	8.41%	91.59%
1/2"	12.50	1084.84	2298.73	29.37%	62.22%
3/8"	9.50	1279.62	1019.11	34.64%	27.59%
#4	4.75	853.65	165.47	23.11%	4.48%
#8	2.36	153.36	12.10	4.15%	0.33%
FONDO		12.10	0.00	0.33%	0.00%
TOTAL		3694.3		100.00%	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

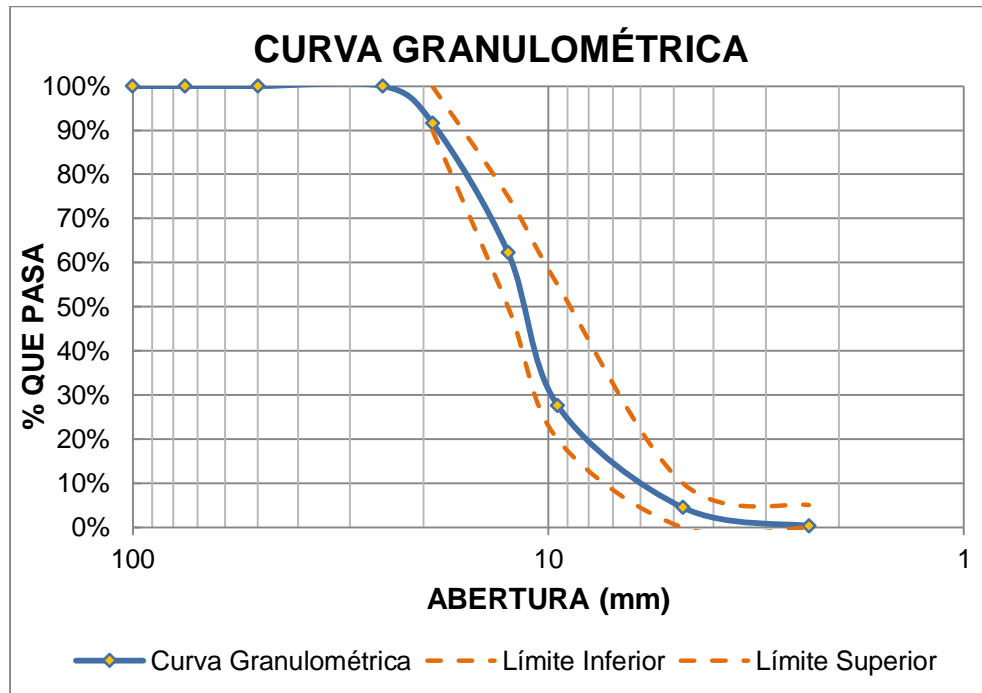
$$\text{PESO QUE PASA} = \text{PESO TOTAL} - \text{PESO RETENIDO}$$

$$\text{PORCENTAJE RETENIDO} = \frac{\text{PESO RETENIDO} * 100\%}{\text{PESO TOTAL}}$$

$$\text{PORCENTAJE QUE PASA} = \frac{\text{PESO QUE PASA} * 100\%}{\text{PESO TOTAL}}$$

3.6.2.2 DIAGRAMAS

- Graficamos los valores obtenidos y los límites dados para visualizar mejor los resultados:

FIGURA N° 32: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO

3.6.2.3 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Para el agregado grueso de la cantera de Vicho, del análisis granulométrico, se obtiene que se encuentra dentro de los límites establecidos por la ASTM C33, en el huso 67 para un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ", por lo cual es posible su uso en la fabricación del concreto.

3.6.3 ANÁLISIS DEL PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS

3.6.3.1 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO



- Peso específico de la masa:

$$P. E. = \frac{\text{Peso de la muestra seca al horno}}{(\text{Peso del picnómetro lleno con agua} + \text{Peso de la muestra saturada superficialmente seca} - \text{Peso del picnómetro con agua y la muestra hasta la marca de calibración})}$$

$$P. E. = \frac{492.2}{(678.3 + 500 - 991.3)} = 2.63$$

- Peso específico de la masa saturada con superficie seca:

$$P. E. S. S. S. = \frac{\text{Peso de la muestra saturada superficialmente seca}}{(\text{Peso del picnómetro lleno con agua} + \text{Peso de la muestra saturada superficialmente seca} - \text{Peso del picnómetro con agua y la muestra hasta la marca de calibración})}$$

$$P. E. S. S. S. = \frac{500}{(678.3 + 500 - 991.3)} = 2.67$$

- Peso específico aparente:

$$P. E. A = \frac{\text{Peso de la muestra seca en el horno}}{(\text{Peso del picnómetro lleno con agua} + \text{Peso de la muestra seca al horno} - \text{Peso de la muestra saturada superficialmente seca})}$$

$$P. E. A. = \frac{492.2}{(678.3 + 492.3 - 500)} = 0.76$$



- Absorción:

$$A. = \frac{(\text{Peso de la muestra saturada superficialmente seca} - \text{Peso de la muestra seca en el horno})}{\text{Peso de la muestra seca en el horno}}$$

$$A. = \frac{(500 - 492.2)}{492.2} \times 100 = 1.58\%$$

3.6.3.2 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO:

- Peso específico de la masa:

$$P. E. = \frac{\text{Peso de la muestra seca al aire}}{(\text{Peso de la muestra saturada superficialmente seca al aire} - \text{Peso en el agua de la muestra saturada})}$$

$$P. E. = \frac{4859.1}{(4918.5 - 3163.1)} = 2.77$$

- Peso específico de la masa saturada con superficie seca:

$$P. E. S. S. S. = \frac{\text{Peso de la muestra saturada superficialmente seca al aire}}{(\text{Peso de la muestra saturada superficialmente seca al aire} - \text{Peso en el agua de la muestra saturada})}$$

$$P. E. S. S. S. = \frac{4918.5}{(4918.5 - 3163.1)} = 2.80$$

- Peso específico aparente:

$$P. E. A. = \frac{\text{Peso de la muestra seca al aire}}{(\text{Peso de la muestra seca al aire} - \text{Peso en el agua de la muestra saturada})}$$



$$P. E. A. = \frac{4859.1}{(4859.1 - 3163.1)} = 2.86$$

- Absorción:

$$A. = \frac{(\text{Peso de la muestra saturada superficialmente seca al aire} - \text{Peso de la muestra seca al aire})}{\text{Peso de la muestra seca al aire}}$$

$$A. = \frac{(4918.5 - 4859.1)}{4859.1} \times 100 = 1.22\%$$

3.6.3.3 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

De los valores obtenidos de 2.77 gr/cm³ para el agregado grueso y de 2.63 gr/cm³ para el agregado fino, se deduce que el agregado tiene un bajo peso específico en relación a un agregado de canto rodado, debido a que es un agregado obtenido mediante la trituración de rocas; pues el canto rodado se hace más resistente debido a la erosión sufrida en su transporte por el río, mientras el agregado de la cantera de Vicho no sufre este proceso.

3.6.4 ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

3.6.4.1 PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

3.6.4.1.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

$$\text{Peso unitario del agregado} = \frac{\text{Peso del agregado}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{(\text{Peso específico} * \text{Peso unitario del agua}) - \text{Peso unitario}}{\text{Peso específico} * \text{Peso unitario del agua}} \times 100$$

TABLA N° 57: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

Número de ensayo	1	2	3	PROMEDIO
Peso del molde:	5183.2 gr	5183.2 gr	5183.2 gr	
Volumen del molde:	1338.5 cm ³	1338.5 cm ³	1338.5 cm ³	
Peso del molde más agregado:	7228.3 gr	7235.3 gr	7220.5 gr	
Peso del agregado:	2045.1 gr	2052.1 gr	2037.3 gr	
Peso unitario del agregado:	1.53 gr/cm ³	1.53 gr/cm ³	1.52 gr/cm ³	1.53 gr/cm ³
Peso específico de la masa:	2.63208556	2.63208556	2.63208556	
Densidad del agua:	0.998 gr/cm ³	0.998 gr/cm ³	0.998 gr/cm ³	
Porcentaje de vacíos:	41.84%	41.64%	42.06%	41.84%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 58: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO
FINO

Número de ensayo	1	2	3	PROMEDIO
Peso del molde:	5183.2 gr	5183.2 gr	5183.2 gr	
Volumen del molde:	1338.5 cm ³	1338.5 cm ³	1338.5 cm ³	
Peso del molde más agregado:	7361.2 gr	7361 gr	7378.7 gr	
Peso del agregado:	2178 gr	2177.8 gr	2195.5 gr	
Peso unitario del agregado:	1.63 gr/cm ³	1.63 gr/cm ³	1.64 gr/cm ³	1.63 gr/cm ³
Peso específico de la masa:	2.63208556	2.63208556	2.63208556	
Densidad del agua:	0.998 gr/cm ³	0.998 gr/cm ³	0.998 gr/cm ³	
Porcentaje de vacíos:	38.06%	38.06%	37.56%	37.89%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.4.1.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Los datos obtenidos de 1527.68 kg/m³ para el peso unitario suelto del agregado fino y de 1631.48 kg/m³ para el peso unitario compactado del agregado fino expresan el peso ocupado en un espacio de volumen, utilizado para la conversión de dosificación de peso a volumen, para la investigación se dosificará por peso, por lo cual no se utilizarán estos datos.

3.6.4.2 PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

3.6.4.2.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

$$\text{Peso unitario del agregado} = \frac{\text{Peso del agregado}}{\text{Volumen del molde}}$$

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{(\text{Peso específico} * \text{Peso unitario del agua}) - \text{Peso unitario}}{\text{Peso específico} * \text{Peso unitario del agua}} \times 100$$

TABLA N° 59: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

Número de ensayo	1	2	3	PROMEDIO
Peso del molde:	6880 gr	6880 gr	6880 gr	
Volumen del molde:	5389.8 cm ³	5389.8 cm ³	5389.8 cm ³	
Peso del molde más agregado:	14940 gr	14190 gr	14890 gr	
Peso del agregado:	8060 gr	7310 gr	8010 gr	
Peso unitario del agregado:	1.5 gr/cm ³	1.36 gr/cm ³	1.49 gr/cm ³	1.45 gr/cm ³
Peso específico de la masa:	2.76808705	2.76808705	2.76808705	
Densidad del agua:	0.998 gr/cm ³	0.998 gr/cm ³	0.998 gr/cm ³	
Porcentaje de vacíos:	45.87%	50.91%	46.20%	47.66%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 60: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

Número de ensayo	1	2	3	PROMEDIO
Peso del molde:	6880 gr	6880 gr	6880 gr	
Volumen del molde:	5389.8 cm ³	5389.8 cm ³	5389.8 cm ³	
Peso del molde más agregado:	15390 gr	15280 gr	15220 gr	
Peso del agregado:	8510 gr	8400 gr	8340 gr	
Peso unitario del agregado:	1.58 gr/cm ³	1.56 gr/cm ³	1.55 gr/cm ³	1.56 gr/cm ³
Peso específico de la masa:	2.76808705	2.76808705	2.76808705	
Densidad del agua:	0.998 gr/cm ³	0.998 gr/cm ³	0.998 gr/cm ³	
Porcentaje de vacíos:	42.85%	43.58%	43.99%	43.47%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.4.2.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

De los datos obtenidos de 1445.94 kg/m³ para el peso unitario suelto del agregado grueso y de 1561.59 kg/m³ se utilizará el segundo, por ser un dato necesario para el diseño de mezclas por el método del comité 211 del ACI.

3.6.5 ANÁLISIS DE ABRASIÓN EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

3.6.5.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

Porcentaje de Abrasión

$$= \frac{\text{Peso agregado antes del ensayo} - \text{Peso agregado despues del ensayo}}{\text{Peso agregado antes del ensayo}} \times 100$$

TABLA N° 61: ABRASIÓN DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

N° DE SERIE	N° MALLA	PESO RECIPIENTE (gr)	PESO RECIPIENTE + AgrEGADO (gr)	PESO AgrEGADO (gr)	PESO AgrEGADO ANTES DEL ENSAYO (gr)	PESO AgrEGADO DESPUES DEL ENSAYO (gr)	PORCENTAJE DE ABRASIÓN (%)	PROMEDIO DE PORCENTAJE DE ABRASIÓN (%)
SERIE 1	3/4"	195.30	2704.30	2509.00	5009.40	4552.90	9.11%	8.95%
	1/2"	195.30	2695.70	2500.40				
SERIE 2	3/4"	195.30	2693.10	2497.80	4998.50	4562.70	8.72%	
	1/2"	195.30	2696.00	2500.70				
SERIE 3	3/4"	195.30	2699.90	2504.60	5007.90	4556.10	9.02%	
	1/2"	195.30	2698.60	2503.30				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.5.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

De los datos obtenidos de 9.11%, 8.72%, y 9.02%, en las pruebas de abrasión en la máquina de los ángeles, el cual esta normado en la norma MTC E 207, se deduce que el agregado grueso de la cantera de Vicho es una roca dura, de alta resistencia al desgaste.

3.6.6 DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO

En este paso, se procede a diseñar una mezcla de concreto, cuya resistencia a la compresión, es de $f'c$ 210 kg/cm², asumiendo que la elaboración del concreto va a tener un grado de control bueno. Las condiciones de obra requieren una mezcla fluida. El concreto no será expuesto a agentes degradantes (no tendrá aire incorporado) ni contendrá aditivos.

El método a emplear para el diseño de mezclas es el Método A.C.I.

3.6.6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO

Mediante los ensayos realizados anteriormente a los componentes del concreto, se ha obtenido los siguientes datos, siendo de mucha importancia para la realización del diseño de mezclas.

- **Características de los Agregados:**

TABLA N° 62: CARACTERÍSTICAS DEL AGREGADO GRUESO Y FINO

PROPIEDADES	UND	AGREGADO	
		FINO	GRUESO
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	-	3/4"
PESO ESPECÍFICO DE MASA	gr/cm ³	2.63	2.77
ABSORCIÓN	%	1.58	1.22
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.02	2.60
MÓDULO DE FINEZA	-	2.52	-
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	gr/cm ³	-	1.56

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- **Características del Cemento:**

Tipo de Cemento: Cemento Portland Tipo HE.

Peso Específico: 2960 kg/m³.

- **Agua**

Agua Potable, cumple con la Norma NTP 339.088 o E 0-60.

- **Resistencia a la Compresión**

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2.$$

3.6.6.2 PASOS DEL DISEÑO DE MEZCLAS

- **PASO 1: “Cálculo de la Resistencia Promedio”**

Partiendo del hecho que siempre existe dispersión aun cuando se tenga un control riguroso tipo laboratorio debe tenerse en cuenta en la dosificación de una mezcla las diferentes dispersiones que se tendrán en obra según se tenga un control riguroso o no y por tanto se recomienda diseñar para valores más altos que el $f'c$ especificado.

La resistencia con la cual se realizará el diseño de mezcla será de 210Kg/cm^2 .

Se puede considerar la resistencia promedio con que uno debe diseñar una mezcla, teniendo en cuenta lo siguiente $f'cr$ tomando en cuenta la siguiente tabla:

TABLA N° 63: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (F'CR)

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c+70$
210-350	$f'c+85$
Mayor 350	$1.1*f'c+50$

FUENTE: RNE E-060.

$$f'cr = f'c + 85$$

$$f'cr = 210 + 85 = 295 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'cr = 295 \text{ kg/cm}^2$$

- **PASO 2: “Determinación del Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso”**

$$TMN = 3/4''$$



- **PASO 3: “Determinación del Asentamiento (Slump)”**

Se calcula de acuerdo a la Tabla N° 8 (2”-4”)

$$\text{Slump} = 3''$$

- **PASO 4: “Determinación del Volumen de Agua de Diseño”**

De acuerdo a la Tabla N° 6 de volumen unitario del agua confeccionada por el comité 211 del ACI, que se toma en cuenta el TMN, su asentamiento o slump y teniendo en cuenta si tiene o no aire incorporado.

En nuestro caso el TMN es de 3/4”, el slump varia de 3” a 4”, y sin aire incorporado el valor sería:

$$\text{Volumen de Agua de Mezcla} = 205 \text{ lt} = 0.205 \text{ m}^3$$

- **PASO 5: “Determinación de la Relación Agua-Cemento por Resistencia y Por Durabilidad”**

Esto se determinó de acuerdo a la Tabla N° 8 de relación agua cemento por resistencia. Esta tabla está en relación al aire no incorporado y al f'_{cr} a los 28 días, siendo esta relación:

$$a/c = 0.5570$$

- **PASO 6: “Determinación del Factor Cemento (FC) y Volumen del Cemento”**

$$FC = \frac{\text{Volumen de Agua de Mezcla}}{a/c}$$



$$FC = \frac{205}{0.557} = 368.04$$

$$\text{Volumen del Cemento} = \frac{FC}{\text{Peso Específico Cemento}}$$

$$\text{Vol. Cemento} = \frac{368.04 \text{ kg}}{2960 \text{ kg/m}^3} = 0.124 \text{ m}^3$$

- **PASO 7: “Determinación del Volumen del Agregado Grueso”**

Para un módulo de finura del agregado fino de 2.52 y para un TMN=3/4”, haciendo uso de la Tabla N° 10 de peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto e interpolando:

2.60	-----	0.64
2.52	-----	X
2.40	-----	0.66

$$\frac{2.60 - 2.40}{2.52 - 2.40} = \frac{0.64 - 0.66}{X - 0.66}$$

De donde X= 0.648 m³

$$\text{Vol. de Agregado Grueso} = 0.648 \text{ m}^3 \times \frac{1561.59 \text{ kg/m}^3}{2768.08 \text{ kg/m}^3} = 0.365 \text{ m}^3$$

- **PASO 8: “Determinación del Contenido de Aire”**

Esto se determina de acuerdo a Tabla N° 7 de contenido de aire atrapado.

$$\text{Porcentaje de Aire Atrapado} = 2.0\% = 0.020 \text{ m}^3$$

- **PASO 9: “Volúmenes Absolutos”**

✓ Volumen del Agua	= 0.205 m ³
✓ Volumen del Cemento	= 0.124 m ³
✓ Volumen del Agregado Grueso	= 0.365 m ³
✓ Volumen del Aire	= 0.020 m ³
TOTAL	= 0.714 m³

- **PASO 10: “Determinación del Volumen del Agregado Fino”**

$$\text{Vol. de Agregado Fino} = 1 - \sum \text{Vol. Absolutos} = 1 - 0.714 = 0.286 \text{ m}^3$$

- **PASO 11: “Determinación de Pesos de Agua, Cemento, Agregado Fino y Grueso”**

TABLA N° 64: DETERMINACIÓN DE PESOS ABSOLUTOS EN DISEÑO DE MEZCLAS

Elemento	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso (kg)
Agua	0.205	1000.000	205.00
Cemento	0.124	2960.000	367.04
Agregado Grueso	0.365	2770.000	1011.05
Agregado Fino	0.286	2630.000	752.18
Aire	0.020	-	-
TOTAL	1.000		2335.27

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- **PASO 12: “Corrección por Humedad de los Agregados”**

Utilizando el contenido de humedad en el momento en que se realiza el ensayo, puesto que como sabemos tanto la absorción como el contenido de humedad son parámetros que cambian, y se tiene que corregir tomando en cuenta estos factores en el momento de realización el diseño.

$$\text{Peso Corregido} = \text{Cont. de Humedad} \times \text{Peso}$$

$$\text{Peso Corregido Ag. Fino} = 1.0502 \times 752.18 = 789.93 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Corregido Ag. Grueso} = 1.0260 \times 1011.05 = 1037.34 \text{ kg}$$

Luego se procede a calcular el balance de agua:

$$\text{Balance de Agua} = W - Abs$$

$$\text{Balance de Agua en Ag. Fino} = 5.02 - 1.58 = 3.44 \% = + 0.0344$$

$$\text{Balance de Agua en Ag. Grueso} = 2.60 - 1.22 = 1.38 \% = + 0.0138$$

Luego se procede a calcular la contribución de agua:

$$\text{Contribución de Agua} = \text{Peso Corregido} \times \text{Balance de Agua}$$

$$\text{Contribución de Agua en Ag. Fino} = 789.93 \times 0.0344 = + 27.17 \text{ kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{Contribución de Agua en Ag. Grueso} &= 1037.34 \times 0.0138 \\ &= + 14.31 \text{ kg.} \end{aligned}$$

- **PASO 13: “Determinación del Agua Final de Mezcla”**

$$\text{Agua Final} = \text{Peso Absoluto Agua} - \text{Aportes de Agua}$$

$$\text{Agua Final} = 205 \text{ kg} - 27.17 \text{ kg} - 14.31 \text{ kg} = 163.52 \text{ kg.}$$

- PASO 14: “Dosificación Final por 1 m³ de Concreto”

TABLA N° 65: DOSIFICACIÓN FINAL POR 1m³ DE CONCRETO

Elemento		Peso (kg)	Peso (kg)	Volumen (m ³)
Agua		163.52	163.52	0.164
Cemento		367.04	367.04	0.124
Agregado Grueso (Vicho)		1037.34	1037.34	0.374
Agregado Fino	Cunyac 70%	789.93	552.95	0.210
	Vicho 30%		236.98	0.090
TOTAL		2357.83	2357.83	0.962

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- PASO 15: “Dosificación para una Briqueta Circular de Concreto Patrón V=0.0053 m³”

TABLA N° 66: DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PATRÓN PARA UNA BRIQUETA CIRCULAR

Elemento		Peso		Volumen	
		1 m ³	0.0053 m ³	1 m ³	0.0053 m ³
		(kg)		(m ³)	
Agua		163.52	0.867	0.164	0.00087
Cemento		367.04	1.945	0.124	0.00066
Agregado Grueso (Vicho)		1037.34	5.498	0.374	0.00198
Agregado Fino	Cunyac 70%	552.951	2.931	0.2102	0.00111
	Vicho 30%	236.979	1.256	0.0901	0.00048
TOTAL		2357.83	12.496	0.962	0.00510

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- PASO 16: “Dosificación para una Vigueta de Concreto Patrón V=0.01125 m³”

TABLA N° 67: DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PATRÓN PARA UNA VIGUETA RECTANGULAR

Elemento		Peso		Volumen	
		1 m ³	0.01125 m ³	1 m ³	0.01125 m ³
		(kg)		(m ³)	
Agua		163.52	1.840	0.164	0.00184
Cemento		367.04	4.129	0.124	0.00140
Agregado Grueso (Vicho)		1037.34	11.670	0.374	0.00421
Agregado Fino	Cunyac 70%	552.951	6.221	0.2102	0.00237
	Vicho 30%	236.979	2.666	0.0901	0.00101
TOTAL		2357.83	26.526	0.962	0.01083

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.6.3 DETERMINACIÓN DE DOSIFICACIÓN DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

La cantidad adecuada de microfibra de polipropileno será de 250gr, 300gr, y 350gr por metro cúbico de concreto.

$$\text{Cant. de Fibra de Polipropileno} = \text{Porcentaje a Añadir} \times \text{Volumen de testigo}$$

- **Dosificación para 250gr/m³ de Microfibra de polipropileno:**

TABLA N° 68: DOSIFICACIÓN PARA 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN Kg

Elemento	Peso para 1m ³	Peso de briqueleta circular	Peso vigueta rectangular
		0.0053 m ³	0.01125 m ³
Kg			
Agua	163.52	0.00087	0.00184
Cemento	367.04	0.00066	0.00140
Agregado Grueso (Vicho)	1037.34	0.00198	0.00421
Agregado fino	789.93	70% (Cunyac) 552.95	0.00111
		30% (Vicho) 236.98	0.00048
MFP	0.250	0.00000133	0.00000281
TOTAL	2357.83	0.00510	0.01083

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- **Dosificación para 300gr/m³ de Microfibra de polipropileno:**

TABLA N° 69: DOSIFICACIÓN PARA 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN Kg

Elemento	Peso para 1m ³	Peso de briqueleta circular	Peso vigueta rectangular
		0.0053 m ³	0.01125 m ³
Kg			
Agua	163.52	0.00087	0.00184
Cemento	367.04	0.00066	0.00140
Agregado Grueso (Vicho)	1037.34	0.00198	0.00421
Agregado fino	789.93	70% (Cunyac) 552.95	0.00111
		30% (Vicho) 236.98	0.00048
MFP	0.300	0.00000159	0.00000338
TOTAL	2357.83	0.00510	0.01083

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- Dosificación para 350gr/m³ de Microfibra de polipropileno:

TABLA N° 70: DOSIFICACIÓN PARA 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN Kg

Elemento	Peso para 1m ³	Peso de briqueta circular	Peso vigüeta rectangular	
		0.0053 m ³	0.01125 m ³	
Kg				
Agua	163.52	0.00087	0.00184	
Cemento	367.04	0.00066	0.00140	
Agregado Grueso (Vicho)	1037.34	0.00198	0.00421	
Agregado fino	789.93	70% (Cunyac) 552.95	0.00111	0.00237
		30% (Vicho) 236.98	0.00048	0.00101
MFP	0.350	0.00000186	0.00000394	
TOTAL	2357.83	0.00510	0.01083	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Dado que el porcentaje en volumen de la microfibra de polipropileno con respecto a una unidad de testigo, tanto vigüeta como briqueta, se considera despreciable, por dicho motivo en el diseño de mezcla no se reemplazó ningún componente del concreto por la microfibra añadida.

3.6.7 ANÁLISIS DEL REVENIMIENTO DEL CONCRETO

3.6.7.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

Después de haber determinado el revenimiento de cada tipo de concreto, se ha determinado un promedio para cada dosificación:

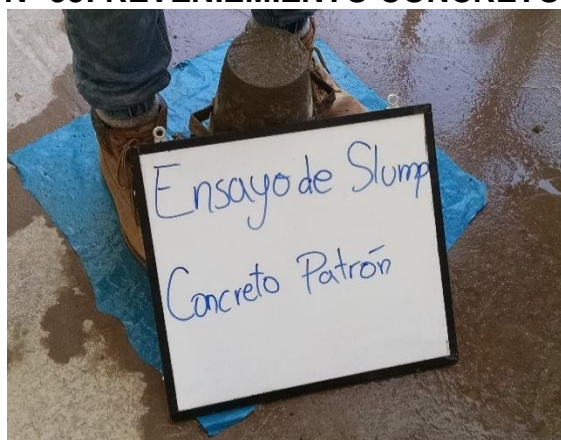
- **Revenimiento del concreto patrón:**

**TABLA N° 71: REVENIMIENTO DEL CONCRETO PATRÓN
PROMEDIO**

CONCRETO	SERIE DE VACIADOS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO (pulg)	PROMEDIO SLUMP (PULG)	COMENTARIO
		(pulg)					
Concreto Patrón	Serie 1	3.563	3.500	3.531	3.531	3.620	Con respecto al diseño de mezclas, el slump se encuentra en el rango de 3" y 4", siendo esta una mezcla plástica.
	Serie 2	3.188	3.313	3.250	3.250		
	Serie 3	3.813	3.750	3.875	3.813		
	Serie 4	3.875	3.750	3.625	3.750		
	Serie 5	3.813	3.750	3.688	3.750		
	Serie 6	3.625	3.688	3.563	3.625		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 33: REVENIMIENTO CONCRETO PATRÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

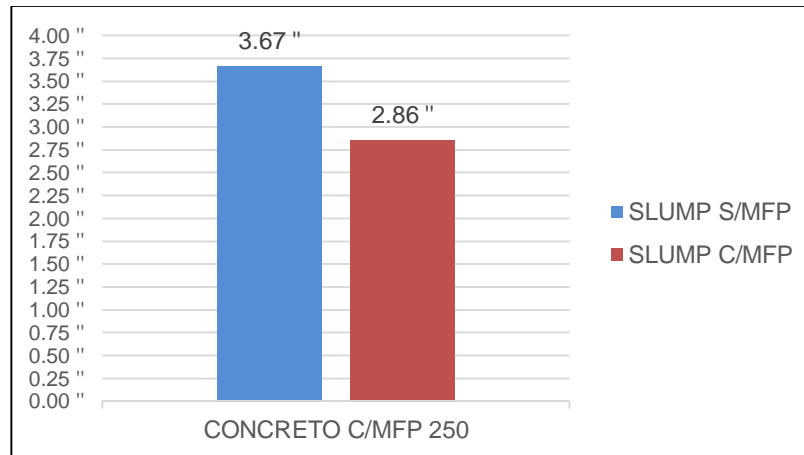
- Revenimiento del concreto con 250gr/m³ de Microfibra de polipropileno:

TABLA N° 72: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO

CONCRETO	SERIE DE VACIADOS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO (pulg)	PROMEDIO SLUMP (pulg)	COMENTARIO
		(pulg)					
Sin Microfibra de Polipropileno							
Concreto sin Microfibra de Polipropileno 250 gr/cm ³	Serie 1	3.500	3.250	3.375	3.375	3.667	Con respecto al diseño de mezclas, el slump se encuentra en el rango de 3" y 4", siendo esta una mezcla plástica.
	Serie 2	3.688	3.719	3.656	3.688		
	Serie 3	3.781	3.750	3.719	3.750		
	Serie 4	3.844	3.813	3.781	3.813		
	Serie 5	3.688	3.750	3.813	3.750		
	Serie 6	3.688	3.625	3.563	3.625		
Con Microfibra de Polipropileno							
Concreto con Microfibra de Polipropileno 250 gr/cm ³	Serie 1	2.563	2.500	2.531	2.531	2.859	"La adición de 250 gr/m ³ de Microfibra de polipropileno con respecto al volumen del concreto, hacen la mezcla entre seca y plástica, la cual tiene un slump entre 2" y 3" , por lo tanto no cumple con lo requerido en la norma para vaciados de columnas, vigas y losas. Respecto al concreto patrón disminuye en 0.81".
	Serie 2	2.656	2.625	2.594	2.625		
	Serie 3	3.281	3.250	3.219	3.250		
	Serie 4	3.563	3.438	3.500	3.500		
	Serie 5	2.563	2.438	2.500	2.500		
	Serie 6	2.813	2.688	2.750	2.750		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 34: COMPARACIÓN DE SLUMP CON 250gr/m³ DE MFP CON RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

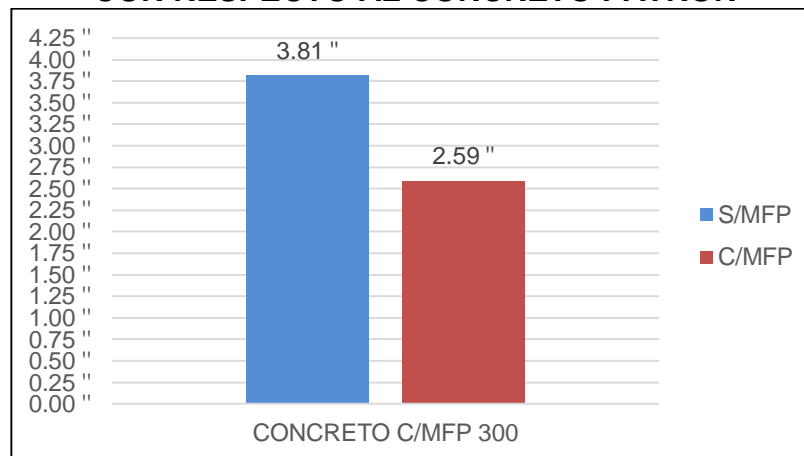
- Revenimiento del concreto con 300gr/m³ de Microfibra de polipropileno:

TABLA N° 73: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO

CONCRETO	SERIE DE VACIADOS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO (pulg)	PROMEDIO SLUMP (PULG)	COMENTARIO
		(pulg)					
Sin Microfibra de Polipropileno							
Concreto sin Microfibra de Polipropileno 300 gr/cm³	Serie 1	3.844	3.813	3.813	3.823	3.814	Con respecto al diseño de mezclas, el slump se encuentra en el rango de 3" y 4", siendo esta una mezcla plástica.
	Serie 2	3.875	3.906	3.938	3.906		
	Serie 3	3.781	3.844	3.813	3.813		
	Serie 4	3.969	4.000	4.031	4.000		
	Serie 5	3.906	3.875	3.938	3.906		
	Serie 6	3.406	3.438	3.469	3.438		
Con Microfibra de Polipropileno							
Concreto con Microfibra de Polipropileno 300 gr/cm³	Serie 1	2.813	2.781	2.844	2.813	2.589	La adición de 300 gr/m ³ de Microfibra de polipropileno con respecto al volumen del concreto, hacen la mezcla entre seca y plástica, la cual tiene un slump entre 2" y 3" , por lo tanto cumple con lo requerido en la norma para vaciados de columnas, vigas y losas. Respecto al concreto patrón disminuye en 1.23".
	Serie 2	2.406	2.375	2.344	2.375		
	Serie 3	2.156	2.125	2.094	2.125		
	Serie 4	3.250	3.219	3.281	3.250		
	Serie 5	2.438	2.469	2.500	2.469		
	Serie 6	2.500	2.469	2.531	2.500		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 35: COMPARACIÓN DE SLUMP CON 300gr/m³ DE MFP CON RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

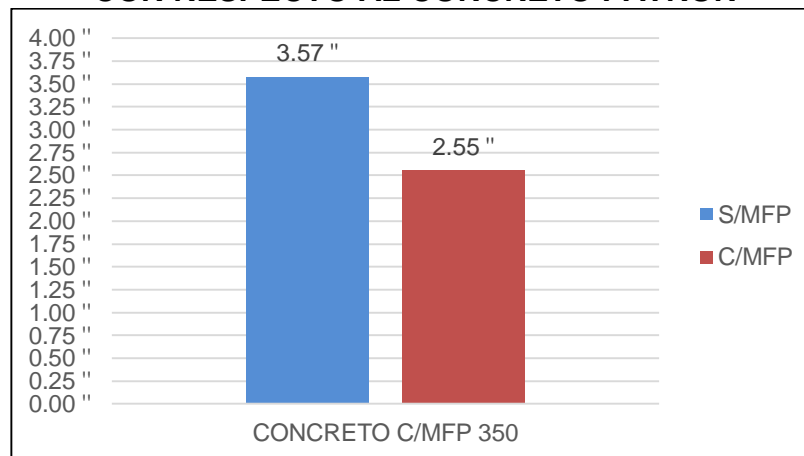
- Revenimiento del concreto con 350gr/m³ de Microfibra de polipropileno:

TABLA N° 74: REVENIMIENTO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO

CONCRETO	SERIE DE VACIADOS	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	PROMEDIO (pulg)	PROMEDIO SLUMP (PULG)	COMENTARIO
		(pulg)					
Sin Microfibra de Polipropileno							
Concreto sin Microfibra de Polipropileno 350 gr/cm ³	Serie 1	3.250	3.313	3.188	3.250	3.573	Con respecto al diseño de mezclas, el slump se encuentra en el rango de 3" y 4", siendo esta una mezcla plástica.
	Serie 2	3.813	3.750	3.688	3.750		
	Serie 3	3.438	3.688	3.656	3.594		
	Serie 4	3.906	3.938	3.969	3.938		
	Serie 5	3.094	3.156	3.031	3.094		
	Serie 6	3.938	3.688	3.813	3.813		
Con Microfibra de Polipropileno							
Concreto con Microfibra de Polipropileno 350 gr/cm ³	Serie 1	2.688	2.625	2.563	2.625	2.545	La adición de 350 gr/m ³ de Microfibra de polipropileno con respecto al volumen del concreto, hacen la mezcla entre seca y plástica, la cual tiene un slump entre 2" y 3" , por lo tanto cumple con lo requerido en la norma para vaciados de columnas, vigas y losas. Respecto al concreto patrón disminuye en 1.03".
	Serie 2	2.813	2.563	2.688	2.688		
	Serie 3	2.219	2.250	2.438	2.302		
	Serie 4	2.375	2.438	2.313	2.375		
	Serie 5	2.531	2.469	2.406	2.469		
	Serie 6	2.781	2.813	2.844	2.813		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 36: COMPARACIÓN DE SLUMP CON 350gr/m³ DE MFP CON RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.7.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

En el ensayo de revenimiento para tener un dato confiable se realizaron mediciones del slump antes y después de la adición de la microfibras de polipropileno de una misma mezcla, teniendo un promedio del slump de concreto patrón y tres promedios de slump de mezcla sin microfibras de polipropileno para cada dosificación; este ensayo se realizó de acuerdo a la norma NTP 339.045.

3.6.8 ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

3.6.8.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

$$\text{Peso del concreto} = (\text{Peso briquetera} + \text{concreto}) - \text{Peso briquetera}$$

$$\emptyset \text{ Promedio} = \frac{\sum(\emptyset)}{n^{\circ}(\emptyset)} \quad (\text{cm})$$

$$\text{Altura promedio} = \frac{\sum(H)}{n^{\circ}(H)} \quad (\text{cm})$$

$$\text{Área} = \frac{\pi \times \emptyset \text{ Promedio}^2}{4} \quad (\text{cm}^2)$$

$$\text{Volumen} = \text{Altura promedio} \times \text{Área} \quad (\text{cm}^3)$$

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Peso concreto}}{\text{Volumen}} \times 100^3 \quad \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$$

- **Peso unitario del concreto patrón:**

TABLA N° 75: PESO UNITARIO DEL CONCRETO PATRÓN PROMEDIO

N° DE SERIE	SERIE 1			SERIE 2		
TIPO DE CONCRETO	PATRÓN					
Ø SUP. 1 (cm)	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10
Ø SUP. 2 (cm)	15.34	15.34	15.34	15.34	15.34	15.34
Ø INF. 1 (cm)	15.14	15.14	15.14	15.14	15.14	15.14
Ø INF. 2 (cm)	15.30	15.30	15.30	15.30	15.30	15.30
H1 (cm)	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50
H2 (cm)	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50	30.50
PESO BRIQUETERA (Kg)	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27
PESO BRIQUETERA + CONCRETO (Kg)	19.60	19.64	19.63	19.50	19.57	19.64
PESO CONCRETO (Kg)	13.33	13.37	13.36	13.23	13.30	13.37
Ø PROMEDIO (cm)	15.22	15.22	15.22	15.22	15.22	15.22
ALTURA PROMEDIO (cm)	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
ÁREA (cm ²)	181.94	181.94	181.94	181.94	181.94	181.94
VOLUMEN (cm ³)	5549.05	5549.05	5549.05	5549.05	5549.05	5549.05
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	2402.211	2409.419	2407.617	2384.190	2396.805	2409.419
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m ³)	2406.416			2396.805		
PESO UNITARIO POR DOSIFICACIÓN (Kg/m ³)	2401.610					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- **Peso unitario del concreto con 250gr/m³ de Microfibra de polipropileno:**

TABLA N° 76: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO

N° DE SERIE	SERIE 1			SERIE 2		
TIPO DE CONCRETO	250 gr/m ³ MFP					
Ø SUP. 1 (cm)	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Ø SUP. 2 (cm)	15.30	15.30	15.30	15.30	15.30	15.30
Ø INF. 1 (cm)	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
Ø INF. 2 (cm)	15.20	15.20	15.20	15.30	15.30	15.30
H1 (cm)	30.15	30.15	30.15	30.15	30.15	30.15
H2 (cm)	30.30	30.30	30.30	30.30	30.30	30.30
PESO BRIQUETERA (Kg)	6.46	6.46	6.46	6.46	6.46	6.46
PESO BRIQUETERA + CONCRETO (Kg)	19.72	19.68	19.70	19.50	19.48	19.47
PESO CONCRETO (Kg)	13.26	13.22	13.24	13.04	13.02	13.01
Ø PROMEDIO (cm)	15.225	15.225	15.225	15.25	15.25	15.25
ALTURA PROMEDIO (cm)	30.225	30.225	30.225	30.225	30.225	30.225
ÁREA (cm ²)	182.06	182.06	182.06	182.65	182.65	182.65
VOLUMEN (cm ³)	5502.64	5502.64	5502.64	5520.72	5520.72	5520.72
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	2409.754	2402.485	2406.119	2362.010	2358.387	2356.576
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m ³)	2406.119			2358.991		
PESO UNITARIO POR DOSIFICACIÓN (Kg/m ³)	2382.555					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- **Peso unitario del concreto con 300gr/m³ de Microfibra de polipropileno:**

TABLA N° 77: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO

N° DE SERIE	SERIE 1			SERIE 2		
TIPO DE CONCRETO	300 gr/m ³ MFP					
Ø SUP. 1 (cm)	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10
Ø SUP. 2 (cm)	15.38	15.38	15.38	15.38	15.38	15.38
Ø INF. 1 (cm)	15.16	15.16	15.16	15.16	15.16	15.16
Ø INF. 2 (cm)	15.30	15.30	15.30	15.30	15.30	15.30
H1 (cm)	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45
H2 (cm)	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45
PESO BRIQUETERA (Kg)	6.49	6.49	6.49	6.49	6.49	6.49
PESO BRIQUETERA + CONCRETO (Kg)	19.74	19.73	19.72	19.90	19.85	19.81
PESO CONCRETO (Kg)	13.25	13.24	13.23	13.41	13.36	13.32
Ø PROMEDIO (cm)	15.235	15.235	15.235	15.235	15.235	15.235
ALTURA PROMEDIO (cm)	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45	30.45
ÁREA (cm ²)	182.30	182.30	182.30	182.30	182.30	182.30
VOLUMEN (cm ³)	5550.88	5550.88	5550.88	5550.88	5550.88	5550.88
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	2387.007	2385.206	2383.404	2415.832	2406.824	2399.618
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m ³)	2385.206			2407.425		
PESO UNITARIO POR DOSIFICACIÓN (Kg/m ³)	2396.315					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

- **Peso Unitario del concreto con 350gr/m³ de Microfibra de polipropileno:**

TABLA N° 78: PESO UNITARIO DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PROMEDIO

N° DE SERIE	SERIE 1			SERIE 2		
TIPO DE CONCRETO	350 gr/m ³ MFP					
Ø SUP. 1 (cm)	15.10	15.10	15.10	15.10	15.20	15.10
Ø SUP. 2 (cm)	15.34	15.34	15.34	15.38	15.30	15.34
Ø INF. 1 (cm)	15.14	15.14	15.14	15.16	15.20	15.14
Ø INF. 2 (cm)	15.30	15.30	15.30	15.30	15.30	15.30
H1 (cm)	30.50	30.50	30.50	30.45	30.15	30.50
H2 (cm)	30.50	30.50	30.50	30.45	30.30	30.50
PESO BRIQUETERA (Kg)	6.27	6.27	6.27	6.50	6.27	6.29
PESO BRIQUETERA + CONCRETO (Kg)	19.56	19.56	19.55	19.77	19.53	19.52
PESO CONCRETO (Kg)	13.29	13.29	13.28	13.28	13.26	13.24
Ø PROMEDIO (cm)	15.22	15.22	15.22	15.24	15.25	15.22
ALTURA PROMEDIO (cm)	30.50	30.50	30.50	30.45	30.23	30.50
ÁREA (cm ²)	181.94	181.94	181.94	182.30	182.65	181.94
VOLUMEN (cm ³)	5549.05	5549.05	5549.05	5550.88	5520.72	5549.05
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	2395.002	2395.002	2393.200	2391.511	2401.860	2385.091
PESO UNITARIO PROMEDIO (Kg/m ³)	2394.402			2392.821		
PESO UNITARIO POR DOSIFICACIÓN (Kg/m ³)	2393.611					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.8.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

Los datos obtenidos de 2401.61 Kg/m³ para concreto patrón, 2382.56 Kg/m³ para concreto tipo 250 gr/m³, 2396.32 Kg/m³ para concreto tipo 300 gr/m³, y 2393.61 Kg/m³ para concreto tipo 350gr/cm³, expresan el peso ocupado en un espacio de volumen normado por la NTP. 339.046.

3.6.9 ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

3.6.9.1 CORRECCIÓN DE RESISTENCIA SEGÚN LAS DIMENSIONES DE LAS BRIQUETAS

De Acuerdo a la Norma técnica Peruana 339.034 HORMIGÓN. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.

Si la relación de la longitud del espécimen al diámetro es 1,75 o menor, Corregir el resultado de las Resistencias por un apropiado factor de corrección mostrado en la siguiente tabla:

TABLA N° 79: FACTORES DE CORRECCIÓN SEGÚN LA RELACIÓN LONGITUD DÍAMETRO

L/D	1,75	1,50	1,25	1,00
Factor	0,98	0,96	0,93	0,87

FUENTE: NORMA ASTM C-39.

TABLA N° 80: CONDICIÓN LONGITUD – DIÁMETRO DE MUESTRA PATRÓN

PATRÓN										
DIMENSIONES	DIÁMETRO				DIÁMETRO PROMEDIO	ALTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)	CONDICIÓN DE LA NORMA NTP 339.034	
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H PROM (cm)	H/Ø	H/Ø < 1.75, EL ESFUERZO SE MULTIPLICA POR UN FACTOR
7 DÍAS										
BP-10	15.05	15.11	15.06	15.19	15.10	30.40	30.40	30.40	2.01	CORRECTO
BP-11	15.12	15.13	15.06	15.09	15.10	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
BP-12	15.10	15.05	15.00	15.20	15.09	30.40	30.50	30.45	2.02	CORRECTO
BP-13	15.14	15.12	15.05	15.09	15.10	30.30	30.20	30.25	2.00	CORRECTO
BP-14	15.05	15.02	15.10	15.08	15.06	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
BP-15	15.15	15.05	15.25	15.10	15.14	30.30	30.40	30.35	2.00	CORRECTO
BP-16	15.15	15.15	15.15	15.12	15.14	30.40	30.65	30.53	2.02	CORRECTO
BP-17	15.10	15.15	15.10	15.00	15.09	30.40	30.40	30.40	2.01	CORRECTO
BP-18	15.10	15.10	15.10	15.12	15.11	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
28 DÍAS										
BP-01	15.09	15.11	15.11	15.16	15.12	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
BP-02	15.05	15.10	15.12	15.10	15.09	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
BP-03	15.15	15.20	15.30	15.06	15.18	30.50	30.40	30.45	2.01	CORRECTO
BP-04	14.95	14.65	14.65	15.00	14.81	30.30	30.20	30.25	2.04	CORRECTO
BP-05	15.20	15.10	15.00	15.20	15.13	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
BP-06	15.35	15.15	15.30	15.05	15.21	30.40	30.40	30.40	2.00	CORRECTO
BP-07	14.65	15.50	15.40	14.60	15.04	30.10	30.05	30.08	2.00	CORRECTO
BP-08	15.15	15.15	15.10	15.20	15.15	30.60	30.60	30.60	2.02	CORRECTO
BP-09	15.10	15.15	15.10	15.10	15.11	30.40	30.40	30.40	2.01	CORRECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 81: CONDICIÓN LONGITUD DIÁMETRO DE MUESTRA DE CONCRETO AÑADIDA CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

250 gr/m ³ MFP										
DIMENSIONES	DIÁMETRO				DIÁMETRO PROMEDIO	ALTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)	CONDICIÓN DE LA NORMA NTP 339.034	
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H PROM (cm)	H/Ø	H/Ø < 1.75, EL ESFUERZO SE MULTIPLICA POR UN FACTOR
7 DÍAS										
BM250-10	15.10	15.20	15.03	15.24	15.14	30.40	30.50	30.45	2.01	CORRECTO
BM250-11	15.15	15.10	15.10	15.10	15.11	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
BM250-12	15.05	15.20	15.20	15.20	15.16	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM250-13	15.20	15.30	15.10	15.10	15.18	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM250-14	15.20	15.15	15.10	15.20	15.16	30.40	30.50	30.45	2.01	CORRECTO
BM250-15	15.15	15.20	15.10	15.10	15.14	30.60	30.40	30.50	2.01	CORRECTO
BM250-16	15.10	15.10	15.20	15.15	15.14	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM250-17	15.20	15.30	15.10	15.10	15.18	30.40	30.40	30.40	2.00	CORRECTO
BM250-18	15.35	15.20	15.15	15.10	15.20	30.60	30.50	30.55	2.01	CORRECTO
28 DÍAS										
BM250-01	15.15	15.06	15.10	15.18	15.12	30.40	30.50	30.45	2.01	CORRECTO
BM250-02	15.08	15.15	15.08	15.18	15.12	30.40	30.40	30.40	2.01	CORRECTO
BM250-03	15.16	15.08	15.23	15.06	15.13	30.30	30.30	30.30	2.00	CORRECTO
BM250-04	15.10	15.22	15.02	15.10	15.11	30.50	30.40	30.45	2.02	CORRECTO
BM250-05	15.15	15.15	15.20	15.15	15.16	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM250-06	15.10	15.30	15.10	15.20	15.18	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM250-07	15.16	15.20	15.15	15.10	15.15	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM250-08	15.14	15.20	15.17	15.07	15.15	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM250-09	15.06	15.26	15.40	15.15	15.22	30.50	30.50	30.50	2.00	CORRECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 82: CONDICIÓN LONGITUD DIÁMETRO DE MUESTRA DE CONCRETO AÑADIDA CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

300 gr/m ³ MFP										
DIMENSIONES	DIÁMETRO				DIÁMETRO PROMEDIO	ALTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)	CONDICIÓN DE LA NORMA NTP 339.034	
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H PROM (cm)	H/Ø	H/Ø < 1.75, EL ESFUERZO SE MULTIPLICA POR UN FACTOR
7 DÍAS										
BM300-10	15.31	15.15	15.20	15.15	15.20	30.40	30.30	30.35	2.00	CORRECTO
BM300-11	15.00	15.20	15.30	15.00	15.13	30.40	30.50	30.45	2.01	CORRECTO
BM300-12	15.10	15.05	15.15	15.10	15.10	30.40	30.50	30.45	2.02	CORRECTO
BM300-13	15.20	15.18	15.30	15.14	15.21	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM300-14	15.22	15.23	15.25	15.18	15.22	30.50	30.50	30.50	2.00	CORRECTO
BM300-15	15.10	15.20	15.10	15.12	15.13	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
BM300-16	15.08	15.18	15.15	15.20	15.15	30.30	30.40	30.35	2.00	CORRECTO
BM300-17	15.10	15.17	15.04	15.15	15.12	30.50	30.30	30.40	2.01	CORRECTO
BM300-18	15.03	15.09	15.10	15.30	15.13	30.40	30.40	30.40	2.01	CORRECTO
28 DÍAS										
BM300-01	15.10	15.12	15.11	15.15	15.12	30.40	30.30	30.35	2.01	CORRECTO
BM300-02	15.20	15.06	15.40	15.15	15.20	30.40	30.30	30.35	2.00	CORRECTO
BM300-03	15.12	15.10	15.20	15.03	15.11	30.40	30.30	30.35	2.01	CORRECTO
BM300-04	15.2	15.2	15.15	15.23	15.20	30.45	30.50	30.48	2.01	CORRECTO
BM300-05	15.2	15.21	15.13	15.13	15.17	30.35	30.40	30.38	2.00	CORRECTO
BM300-06	15.11	15.14	15.15	15.1	15.13	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
BM300-07	15.1	15.2	15.1	15.1	15.13	30.50	30.40	30.45	2.01	CORRECTO
BM300-08	15.15	15.21	15.26	15.18	15.20	30.35	30.50	30.43	2.00	CORRECTO
BM300-09	15.2	15.3	15.11	15.2	15.20	30.50	30.40	30.45	2.00	CORRECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 83: CONDICIÓN LONGITUD DIÁMETRO DE MUESTRA DE CONCRETO AÑADIDA CON 350gr/m3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

350 gr/m3 MFP										
DIMENSIONES	DIÁMETRO				DIÁMETRO PROMEDIO	ALTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)	CONDICIÓN DE LA NORMANTP 339.034	
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H PROM (cm)	H/Ø	H/Ø < 1.75, EL ESFUERZO SE MULTIPLICA POR UN FACTOR
7 DÍAS										
BM350-10	15.17	15.12	15.13	15.20	15.16	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM350-11	15.13	15.19	15.09	15.19	15.15	30.45	30.45	30.45	2.01	CORRECTO
BM350-12	15.16	15.17	15.13	15.16	15.16	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM350-13	15.13	15.14	15.12	15.12	15.13	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
BM350-14	15.10	15.13	15.17	15.16	15.14	30.45	30.45	30.45	2.01	CORRECTO
BM350-15	15.18	15.18	15.10	15.10	15.14	30.40	30.40	30.40	2.01	CORRECTO
BM350-16	15.11	15.12	15.10	15.14	15.12	30.25	30.25	30.25	2.00	CORRECTO
BM350-17	15.22	15.12	15.20	15.23	15.19	30.35	30.35	30.35	2.00	CORRECTO
BM350-18	15.19	15.20	15.24	15.00	15.16	30.45	30.45	30.45	2.01	CORRECTO
28 DÍAS										
BM350-01	15.15	15.20	15.30	15.05	15.18	30.50	30.30	30.40	2.00	CORRECTO
BM350-02	15.30	15.20	15.10	15.20	15.20	30.30	30.40	30.35	2.00	CORRECTO
BM350-03	15.30	15.15	15.20	15.05	15.18	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM350-04	15.26	15.15	15.15	15.11	15.17	30.50	30.40	30.45	2.01	CORRECTO
BM350-05	15.10	15.20	15.10	15.10	15.13	30.50	30.50	30.50	2.02	CORRECTO
BM350-06	15.10	15.20	15.10	15.23	15.16	30.50	30.30	30.40	2.01	CORRECTO
BM350-07	15.40	15.30	15.15	15.12	15.24	30.50	30.40	30.45	2.00	CORRECTO
BM350-08	15.25	15.13	15.20	15.05	15.16	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO
BM350-09	15.20	15.25	15.21	15.14	15.20	30.50	30.50	30.50	2.01	CORRECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

3.6.9.2 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

3.6.9.2.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

$$\varnothing \text{ Promedio} = \frac{\sum(\varnothing)}{n^{\circ}(\varnothing)} \quad (\text{cm})$$

$$RC \text{ (Resistencia a la compresión)} = \frac{Q \text{ (Carga)}}{\varnothing \text{ Promedio}} \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

$$RC \text{ Promedio} = \frac{\sum(RC)}{n^{\circ}(RC)} \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

- Concreto Patrón

**TABLA N° 84: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
PATRÓN A LOS 7 DÍAS**

PATRÓN - 7 DÍAS								
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	Q (Kg)	RC (Kg/cm ²)	RC PROMEDIO (Kg/cm ²)
BP-10	15.05	15.11	15.06	15.19	15.10	50930	284.31	294.86
BP-11	15.12	15.13	15.06	15.09	15.10	53720	299.98	
BP-12	15.10	15.05	15.00	15.20	15.09	51140	286.05	
BP-13	15.14	15.12	15.05	15.09	15.10	53860	300.76	
BP-14	15.05	15.02	15.10	15.08	15.06	52880	296.76	
BP-15	15.15	15.05	15.25	15.10	15.14	53420	296.83	
BP-16	15.15	15.15	15.15	15.12	15.14	54189	300.90	
BP-17	15.10	15.15	15.10	15.00	15.09	51370	287.33	
BP-18	15.10	15.10	15.10	15.12	15.11	53910	300.84	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de: $f'c$: **294.86 Kg/cm²** a los 7 días.

**TABLA N° 85: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
PATRÓN A LOS 28 DÍAS**

PATRÓN - 28 DÍAS								
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	Q (Kg)	RC (Kg/cm ²)	RC PROMEDIO (Kg/cm ²)
BP-01	15.09	15.11	15.11	15.16	15.12	62910	350.49	357.50
BP-02	15.05	15.10	15.12	15.10	15.09	64250	359.14	
BP-03	15.15	15.20	15.30	15.06	15.18	65620	362.70	
BP-04	14.95	14.65	14.65	15.00	14.81	63930	370.99	
BP-05	15.20	15.10	15.00	15.20	15.13	64800	360.66	
BP-06	15.35	15.15	15.30	15.05	15.21	62950	346.34	
BP-07	14.65	15.50	15.40	14.60	15.04	63810	359.29	
BP-08	15.15	15.15	15.10	15.20	15.15	64020	355.14	
BP-09	15.10	15.15	15.10	15.10	15.11	63270	352.72	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de: $f'c$: **357.50 Kg/cm²** a los 28 días.

- Concreto Adicionado con 250gr/m³ de Microfibra de polipropileno

TABLA N° 86: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS

250 gr/m ³ MFP - 7 DÍAS								
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	Q (Kg)	RC (Kg/cm ²)	RC PROMEDIO (Kg/cm ²)
BM250-10	15.10	15.20	15.03	15.24	15.14	59340	329.51	328.85
BM250-11	15.15	15.10	15.10	15.10	15.11	59140	329.70	
BM250-12	15.05	15.20	15.20	15.20	15.16	59090	327.25	
BM250-13	15.20	15.30	15.10	15.10	15.18	59290	327.82	
BM250-14	15.20	15.15	15.10	15.20	15.16	59120	327.42	
BM250-15	15.15	15.20	15.10	15.10	15.14	59680	331.61	
BM250-16	15.10	15.10	15.20	15.15	15.14	59200	328.95	
BM250-17	15.20	15.30	15.10	15.10	15.18	59130	326.93	
BM250-18	15.35	15.20	15.15	15.10	15.20	59970	330.49	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de: **f'c: 328.85 Kg/cm²** a los 7 días.

TABLA N° 87: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS

250 gr/m ³ MFP - 28 DÍAS								
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	Q (Kg)	RC (Kg/cm ²)	RC PROMEDIO (Kg/cm ²)
BM250-01	15.15	15.06	15.10	15.18	15.12	66660	371.13	390.17
BM250-02	15.08	15.15	15.08	15.18	15.12	72640	404.43	
BM250-03	15.16	15.08	15.23	15.06	15.13	70940	394.44	
BM250-04	15.10	15.22	15.02	15.10	15.11	69980	390.26	
BM250-05	15.15	15.15	15.20	15.15	15.16	70129	388.39	
BM250-06	15.10	15.30	15.10	15.20	15.18	70690	390.85	
BM250-07	15.16	15.20	15.15	15.10	15.15	72060	399.61	
BM250-08	15.14	15.20	15.17	15.07	15.15	69010	383.07	
BM250-09	15.06	15.26	15.40	15.15	15.22	70810	389.33	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de: **f'c: 390.17 Kg/cm²** a los 28 días.

- Concreto Adicionado con 300gr/m³ de Microfibra de polipropileno

TABLA N° 88: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS

300 gr/m ³ MFP - 7 DÍAS								
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	Q (Kg)	RC (Kg/cm ²)	RC PROMEDIO (Kg/cm ²)
BM300-10	15.31	15.15	15.20	15.15	15.20	54430	299.86	303.94
BM300-11	15.00	15.20	15.30	15.00	15.13	54010	300.60	
BM300-12	15.10	15.05	15.15	15.10	15.10	54980	307.02	
BM300-13	15.20	15.18	15.30	15.14	15.21	54790	301.74	
BM300-14	15.22	15.23	15.25	15.18	15.22	55840	306.92	
BM300-15	15.10	15.20	15.10	15.12	15.13	55260	307.36	
BM300-16	15.08	15.18	15.15	15.20	15.15	54070	299.85	
BM300-17	15.10	15.17	15.04	15.15	15.12	54640	304.51	
BM300-18	15.03	15.09	15.10	15.30	15.13	55300	307.58	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de: **f'c: 303.94 kg/cm²** a los 7 días.

TABLA N° 89: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS

300 gr/m ³ MFP - 28 DÍAS								
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	Q (Kg)	RC (Kg/cm ²)	RC PROMEDIO (Kg/cm ²)
BM300-01	15.10	15.12	15.11	15.15	15.12	70470	392.47	397.36
BM300-02	15.20	15.06	15.40	15.15	15.20	71540	394.12	
BM300-03	15.12	15.10	15.20	15.03	15.11	72530	404.35	
BM300-04	15.2	15.2	15.15	15.23	15.20	72530	399.97	
BM300-05	15.2	15.21	15.13	15.13	15.17	70420	389.74	
BM300-06	15.11	15.14	15.15	15.1	15.13	71660	398.84	
BM300-07	15.1	15.2	15.1	15.1	15.13	71420	397.50	
BM300-08	15.15	15.21	15.26	15.18	15.20	72770	401.03	
BM300-09	15.2	15.3	15.11	15.2	15.20	72290	398.25	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de: **f'c: 397.36 kg/cm²** a los 28 días.

- Concreto Adicionado con 350gr/m³ de Microfibra de polipropileno

TABLA N° 90: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS

350 gr/m ³ MFP - 7 DÍAS								
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	Q (Kg)	RC (Kg/cm ²)	RC PROMEDIO (Kg/cm ²)
BM350-10	15.17	15.12	15.13	15.20	15.16	60320	334.39	322.25
BM350-11	15.13	15.19	15.09	15.19	15.15	56030	310.82	
BM350-12	15.16	15.17	15.13	15.16	15.16	59580	330.29	
BM350-13	15.13	15.14	15.12	15.12	15.13	55390	308.18	
BM350-14	15.10	15.13	15.17	15.16	15.14	57480	319.28	
BM350-15	15.18	15.18	15.10	15.10	15.14	58340	324.06	
BM350-16	15.11	15.12	15.10	15.14	15.12	60320	336.06	
BM350-17	15.22	15.12	15.20	15.23	15.19	60200	332.08	
BM350-18	15.19	15.20	15.24	15.00	15.16	55050	305.08	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de: **f'c: 322.25 kg/cm²** a los 7 días.

TABLA N° 91: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS

350 gr/cm ³ MFP - 28 DÍAS								
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	Q (Kg)	RC (Kg/cm ²)	RC PROMEDIO (Kg/cm ²)
BM350-01	15.15	15.20	15.30	15.05	15.18	66320	366.69	382.00
BM350-02	15.30	15.20	15.10	15.20	15.20	68740	378.82	
BM350-03	15.30	15.15	15.20	15.05	15.18	69440	383.94	
BM350-04	15.26	15.15	15.15	15.11	15.17	67970	376.18	
BM350-05	15.10	15.20	15.10	15.10	15.13	67540	375.91	
BM350-06	15.10	15.20	15.10	15.23	15.16	72100	399.57	
BM350-07	15.40	15.30	15.15	15.12	15.24	69900	383.07	
BM350-08	15.25	15.13	15.20	15.05	15.16	70150	388.76	
BM350-09	15.20	15.25	15.21	15.14	15.20	69880	385.10	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de: **f'c: 382.00 kg/cm²** a los 28 días.

3.6.9.2.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

De los valores de 294.86kg/cm² para concreto patrón, 328.85kg/cm² para 250gr/m³ MFP, 303.94kg/cm² para 300gr/m³ MFP, 322.25kg/cm² para 350gr/m³ MFP, ensayado a los 7 días; de 357.50kg/cm² para concreto patrón, 390.17kg/cm² para 250gr/m³ MFP, 397.36kg/cm² para 300gr/m³ MFP, 382.00kg/cm² para 350gr/m³ MFP, ensayado a los 28 días; se deduce que el mejor comportamiento a los 7 días es la dosificación denominada “250gr/m³ MFP”; así no para los ensayados a los 28 días, el cual el mejor comportamiento nos brinda la dosificación denominada “300gr/m³ MFP”. Este ensayo se realizó de acuerdo a la NTP 339.034.

3.6.10 ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

3.6.10.1 PROCESAMIENTO O CÁLCULOS DE LA PRUEBA

$$RF \text{ (Resistencia a la flexión)} \\ = \frac{Q \text{ (Carga)} \times \text{Longitud entre los apoyos}}{\text{Ancho promedio} \times \text{Altura promedio}^2} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$RF \text{ Promedio} = \frac{\sum(RF)}{n^{\circ}(RF)} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

- Concreto Patrón

**TABLA N° 92: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO
PATRÓN A LOS 7 DÍAS**

PATRÓN - 7 DÍAS						
VIGUETA	LONGITUD DE LOS APOYOS	ALTURA PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	RESISTENCIA A FLEXIÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO
	L (cm)	HP (cm)	BP (cm)	Q (Kg)	RF (Kg/cm ²)	RFP (Kg/cm ²)
VP - 07	45.00	15.40	15.20	3740.00	46.69	42.27
VP - 08	45.00	15.50	15.00	3250.00	40.58	
VP - 09	45.00	15.40	15.20	3170.00	39.57	
VP - 10	45.00	15.16	15.08	3430.00	44.54	
VP - 11	45.00	15.12	15.08	3290.00	42.96	
VP - 12	45.00	15.07	15.03	2980.00	39.31	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de **Resistencia a la Flexión: 42.27 kg/cm²** a los 7 días.

**TABLA N° 93: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO
PATRÓN A LOS 28 DÍAS**

PATRÓN - 28 DÍAS						
VIGUETA	LONGITUD DE LOS APOYOS	ALTURA PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	RESISTENCIA A FLEXIÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO
	L (cm)	HP (cm)	BP (cm)	Q (Kg)	RF (Kg/cm ²)	RFP (Kg/cm ²)
VP - 01	45.00	15.16	15.03	3650.00	47.58	48.34
VP - 02	45.00	15.16	15.15	4050.00	52.36	
VP - 03	45.00	15.13	15.06	3450.00	45.04	
VP - 04	45.00	15.30	15.00	3950.00	50.62	
VP - 05	45.00	15.30	15.10	3640.00	46.34	
VP - 06	45.00	15.20	15.10	3730.00	48.11	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de **Resistencia a la Flexión: 48.34 kg/cm²** a los 28 días.

- Concreto Adicionado con 250gr/m³ de Microfibra de polipropileno

TABLA N° 94: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS

250 gr/m ³ MFP - 7 DÍAS						
VIGUETA	LONGITUD DE LOS APOYOS	ALTURA PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	RESISTENCIA A FLEXIÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO
	L (cm)	HP (cm)	BP (cm)	Q (Kg)	RF (Kg/cm ²)	RFP (Kg/cm ²)
VM250 - 07	45.00	15.08	15.03	3250.00	42.83	42.70
VM250 - 08	45.00	15.18	15.03	3260.00	42.40	
VM250 - 09	45.00	15.15	15.13	3670.00	47.56	
VM250 - 10	45.00	15.13	15.06	3300.00	43.10	
VM250 - 11	45.00	15.25	15.03	3280.00	42.22	
VM250 - 12	45.00	15.29	15.15	3000.00	38.10	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de **Resistencia a la Flexión: 42.70 kg/cm²** a los 7 días.

TABLA N° 95: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS

250 gr/m ³ MFP - 28 DÍAS						
VIGUETA	LONGITUD DE LOS APOYOS	ALTURA PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	RESISTENCIA A FLEXIÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO
	L (cm)	HP (cm)	BP (cm)	Q (Kg)	RF (Kg/cm ²)	RFP (Kg/cm ²)
VM250 - 01	45.00	15.34	15.11	3250.00	41.14	42.95
VM250 - 02	45.00	15.35	15.18	3340.00	42.04	
VM250 - 03	45.00	15.24	15.09	3330.00	42.75	
VM250 - 04	45.00	15.18	15.03	3460.00	45.00	
VM250 - 05	45.00	15.13	15.06	3490.00	45.58	
VM250 - 06	45.00	15.23	15.04	3190.00	41.18	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de **Resistencia a la Flexión: 42.95 kg/cm²** a los 28 días.

- Concreto Adicionado con 300gr/m³ de Microfibra de polipropileno

TABLA N° 96: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS

300 gr/m ³ MFP - 7 DÍAS						
VIGUETA	LONGITUD DE LOS APOYOS	ALTURA PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	RESISTENCIA A FLEXIÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO
	L (cm)	HP (cm)	BP (cm)	Q (Kg)	RF (Kg/cm ²)	RFP (Kg/cm ²)
VM300 - 07	45.00	15.15	15.08	3390.00	44.09	42.73
VM300 - 08	45.00	15.18	15.05	3040.00	39.47	
VM300 - 09	45.00	15.11	15.00	3400.00	44.66	
VM300 - 10	45.00	15.20	15.15	3220.00	41.39	
VM300 - 11	45.00	15.23	15.09	3390.00	43.58	
VM300 - 12	45.00	15.28	15.09	3380.00	43.16	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de **Resistencia a la Flexión: 42.73 kg/cm²** a los 7 días.

TABLA N° 97: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS

300 gr/m ³ MFP - 28 DÍAS						
VIGUETA	LONGITUD DE LOS APOYOS	ALTURA PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	RESISTENCIA A FLEXIÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO
	L (cm)	HP (cm)	BP (cm)	Q (Kg)	RF (Kg/cm ²)	RFP (Kg/cm ²)
VM300 - 01	45.00	15.23	15.06	3950.00	50.91	50.95
VM300 - 02	45.00	15.19	15.13	3860.00	49.78	
VM300 - 03	45.00	15.13	15.00	3980.00	52.19	
VM300 - 04	45.00	15.18	15.08	3890.00	50.43	
VM300 - 05	45.00	15.23	15.07	3940.00	50.75	
VM300 - 06	45.00	15.14	15.06	3960.00	51.63	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de **Resistencia a la Flexión: 50.95 kg/cm²** a los 28 días.

- Concreto Adicionado con 350gr/m³ de Microfibra de polipropileno

TABLA N° 98: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 7 DÍAS

350 gr/m ³ MFP - 7 DÍAS						
VIGUETA	LONGITUD DE LOS APOYOS	ALTURA PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	RESISTENCIA A FLEXIÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO
	L (cm)	HP (cm)	BP (cm)	Q (Kg)	RF (Kg/cm ²)	RFP (Kg/cm ²)
VM350 - 07	45.00	15.12	15.02	3610.00	47.35	45.24
VM350 - 08	45.00	15.14	15.05	3870.00	50.52	
VM350 - 09	45.00	15.14	15.03	3710.00	48.45	
VM350 - 10	45.00	15.09	15.07	3140.00	41.22	
VM350 - 11	45.00	15.21	15.11	3100.00	39.91	
VM350 - 12	45.00	15.12	15.10	3370.00	43.97	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de **Resistencia a la Flexión: 45.24 kg/cm²** a los 7 días.

TABLA N° 99: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS

350 gr/m ³ MFP - 28 DÍAS						
VIGUETA	LONGITUD DE LOS APOYOS	ALTURA PROMEDIO	ANCHO PROMEDIO	CARGA	RESISTENCIA A FLEXIÓN	RESISTENCIA A FLEXIÓN PROMEDIO
	L (cm)	HP (cm)	BP (cm)	Q (Kg)	RF (Kg/cm ²)	RFP (Kg/cm ²)
VM350 - 01	45.00	15.18	15.06	3310.00	42.94	47.58
VM350 - 02	45.00	15.21	15.04	3580.00	46.30	
VM350 - 03	45.00	15.18	12.63	3410.00	52.76	
VM350 - 04	45.00	15.28	15.04	3440.00	44.09	
VM350 - 05	45.00	15.18	15.02	3660.00	47.58	
VM350 - 06	45.00	15.17	14.92	3950.00	51.80	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Se ha obtenido un promedio de **Resistencia a la Flexión: 47.58 kg/cm²** a los 28 días.



3.6.10.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA

De los valores de 42.27kg/cm² para concreto patrón, 42.70kg/cm² para 250gr/m³ MFP, 42.73kg/cm² para 300gr/m³ MFP, 45.24kg/cm² para 350gr/m³ MFP, ensayado a los 7 días; de 48.34kg/cm² para concreto patrón, 42.95kg/cm² para 250gr/m³ MFP, 50.95kg/cm² para 300gr/m³ MFP, 47.58kg/cm² para 350gr/m³ MFP, ensayado a los 28 días; se deduce que el mejor comportamiento a los 7 días es la dosificación denominada “350gr/m³ MFP”; así no para los ensayados a los 28 días, el cual el mejor comportamiento nos brinda la dosificación denominada “300gr/m³ MFP”. Este ensayo se realizó de acuerdo a la NTP 339.078.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DE ENSAYOS A AGREGADOS

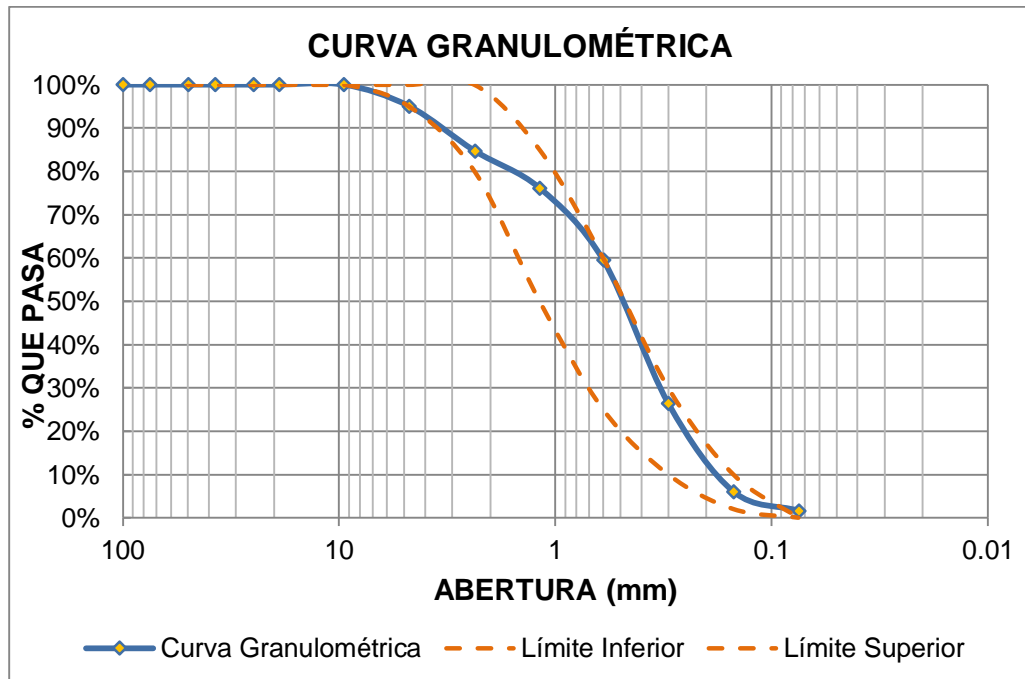
De acuerdo a los datos determinados en los ensayos de granulometría, peso específico, peso unitario y abrasión de los agregados se ha determinado las siguientes tablas de resultados:

TABLA N° 100: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

TAMIZ	% PASA
3/8"	100.00%
#4	95.04%
#8	84.71%
#16	76.11%
#30	59.51%
#50	26.43%
#100	6.10%
#200	1.66%
FONDO	0.00%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 37: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO



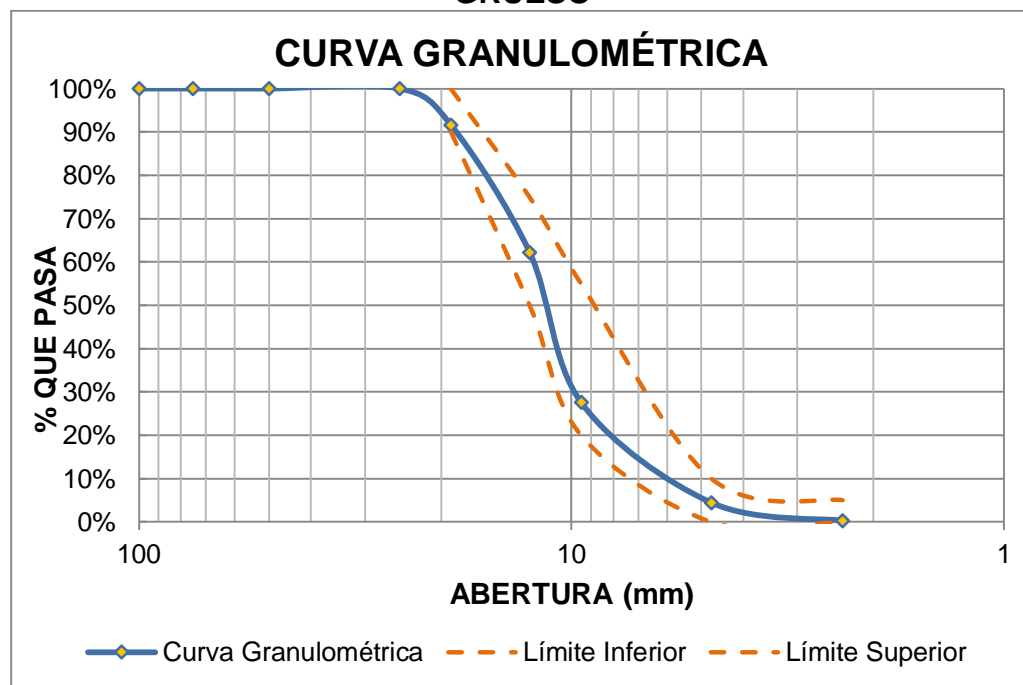
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 101: GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

TAMIZ	% PASA
1"	100.00%
3/4"	91.59%
1/2"	62.22%
3/8"	27.59%
# 4	4.48%
# 8	0.33%
FONDO	0.00%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 38: CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 102: RESULTADOS DE CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

TIPO DE AGREGADO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Módulo de fineza	2.52	-
Abrasión	-	8.95%
Peso específico de masa	2.63	2.77
Peso específico S.S.S.	2.67	2.8
Peso específico aparente	0.76	2.86
Absorción	1.58%	1.22%
Peso unitario suelto	1.53 gr/cm ³	1.45 gr/cm ³
Porcentaje de vacíos (Suelo suelto)	41.84%	47.66%
Peso unitario compactado	1.63 gr/cm ³	1.56 gr/cm ³
Porcentaje de vacíos (Suelo compactado)	37.89%	43.47%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4.2 RESULTADOS DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO

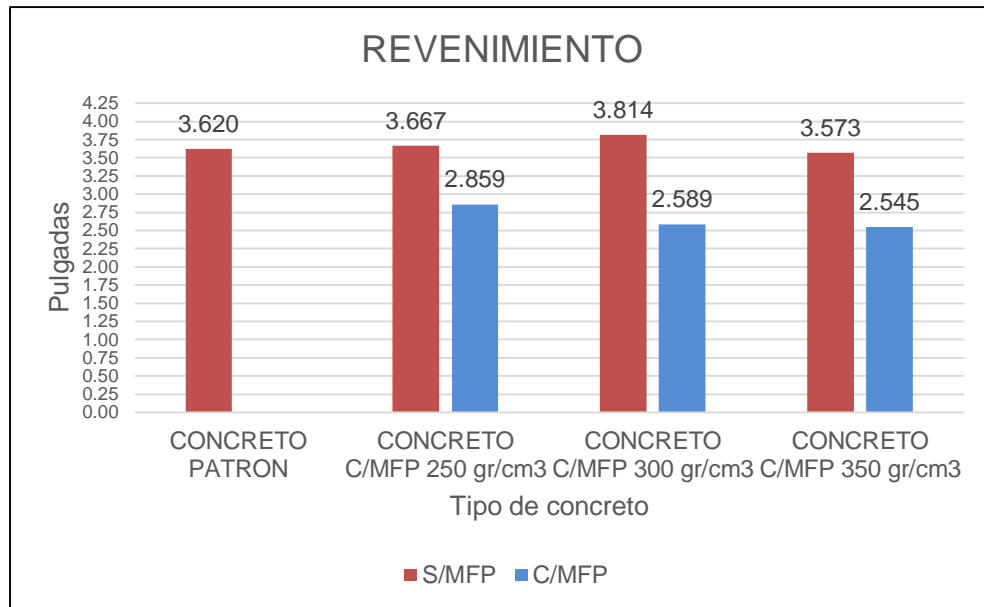
De acuerdo a los datos determinados en los ensayos de consistencia del concreto se ha determinado los siguientes resultados:

TABLA N° 103: REVENIMIENTO EN CONCRETOS CON MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN DISTINTAS DOSIFICACIONES Y SIN MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

TIPO DE CONCRETO	CONCRETO PATRÓN	CONCRETO C/MFP 250 gr/m ³	CONCRETO C/MFP 300 gr/m ³	CONCRETO C/MFP 350 gr/m ³
S/MFP (pulg)	3.620	3.667	3.814	3.573
C/MFP (pulg)		2.859	2.589	2.545

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 39: COMPARACIÓN DEL REVENIMIENTO EN CONCRETOS CON MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN DISTINTAS DOSIFICACIONES Y SIN MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN PULGADAS



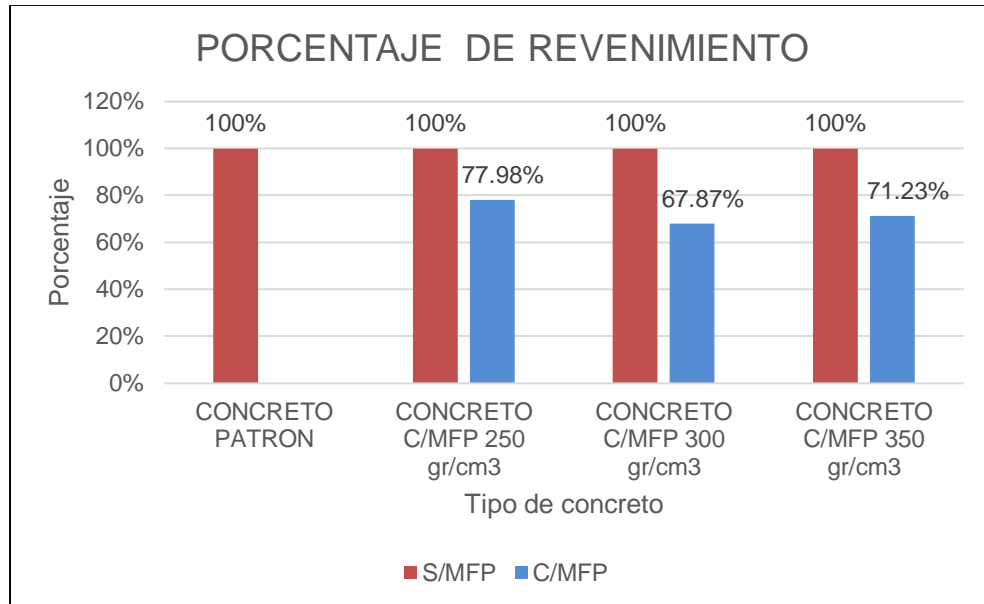
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 104: REVENIMIENTO EN CONCRETOS CON MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN DISTINTAS DOSIFICACIONES Y SIN MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

TIPO DE CONCRETO	CONCRETO PATRÓN	CONCRETO C/MFP 250 gr/m3	CONCRETO C/MFP 300 gr/m3	CONCRETO C/MFP 350 gr/m3
S/MFP	100%	100%	100%	100%
C/MFP		77.98%	67.87%	71.23%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 40: COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL REVENIMIENTO EN CONCRETOS CON MICROFIBRA DE POLIPROPILENO EN DISTINTAS DOSIFICACIONES Y SIN MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



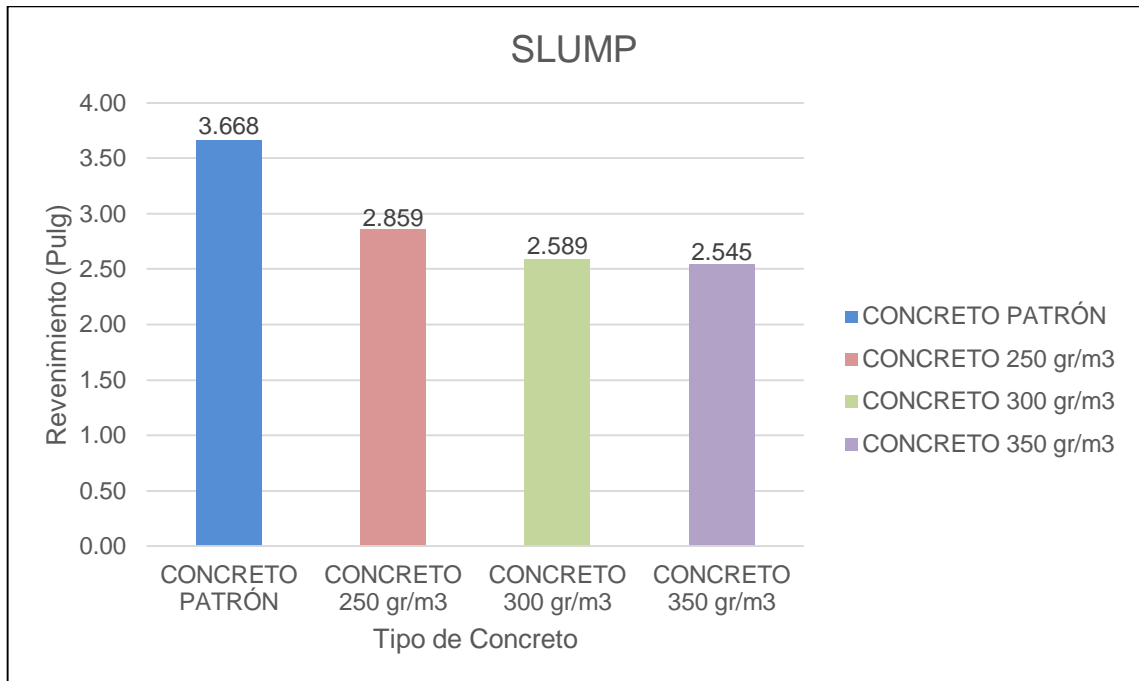
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

De acuerdo a resultados mostrados de consistencia del concreto y cuadros anteriores se ha determinado la siguiente tabla de resultados:

TABLA N° 105: RESULTADOS DE LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO

TIPO DE CONCRETO	SLUMP (PULGADAS)	PORCENTAJE DEL SLUMP	TIPO DE MEZCLA
CONCRETO PATRÓN	3.668	100.00%	MEZCLA PLÁSTICA
CONCRETO 250 gr/m3	2.859	77.95%	MEZCLA PLÁSTICA
CONCRETO 300 gr/m3	2.589	70.56%	MEZCLA PLÁSTICA
CONCRETO 350 gr/m3	2.545	69.38%	MEZCLA PLÁSTICA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 41: RESULTADOS DE LA CONSISTENCIA DEL CONCRETO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La adición de micro fibra de polipropileno hace de la mezcla un concreto menos consistente de acuerdo al porcentaje de microfibra de polipropileno añadidos respecto al peso del cemento. Pues esta relación es inversamente proporcional, a medida que aumento microfibra de polipropileno, se reduce el revenimiento.

4.3 RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

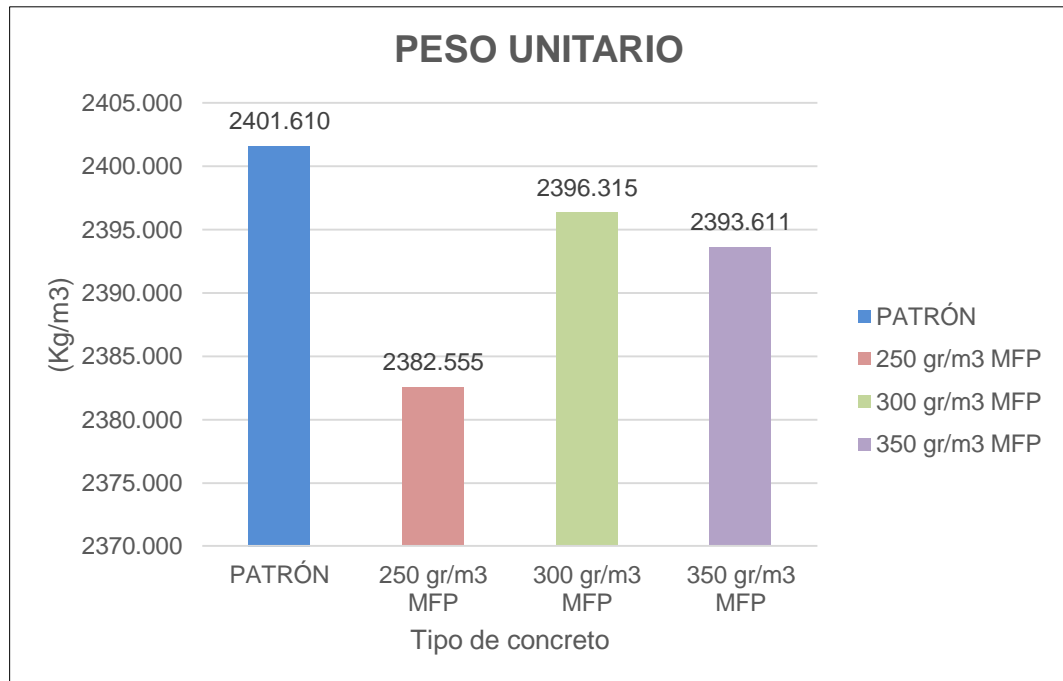
Se obtuvieron los siguientes resultados respecto al peso unitario:

TABLA N° 106: RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO

TIPO DE CONCRETO	PESO UNITARIO (Kg/m ³)	PORCENTAJE DE PESO UNITARIO CON RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN
PATRÓN	2401.610	100.00%
250 gr/m³ MFP	2382.555	99.21%
300 gr/m³ MFP	2396.315	99.78%
350 gr/m³ MFP	2393.611	99.67%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 42: RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

4.4 RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

4.4.1 RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR DOSIFICACIÓN

Se ha obtenido los siguientes resultados:

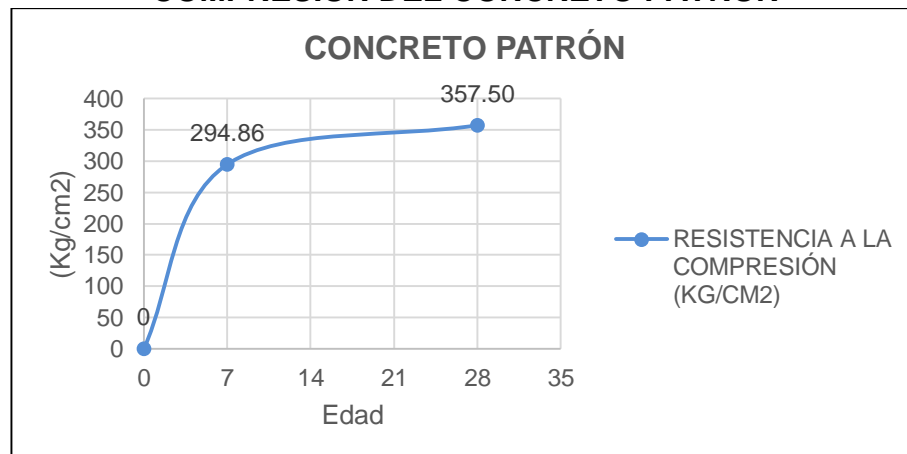
- **CONCRETO PATRÓN:**

TABLA N° 107: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN

PATRÓN		
EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	% RC
7	294.86	82.48%
28	357.50	100.00%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 43: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

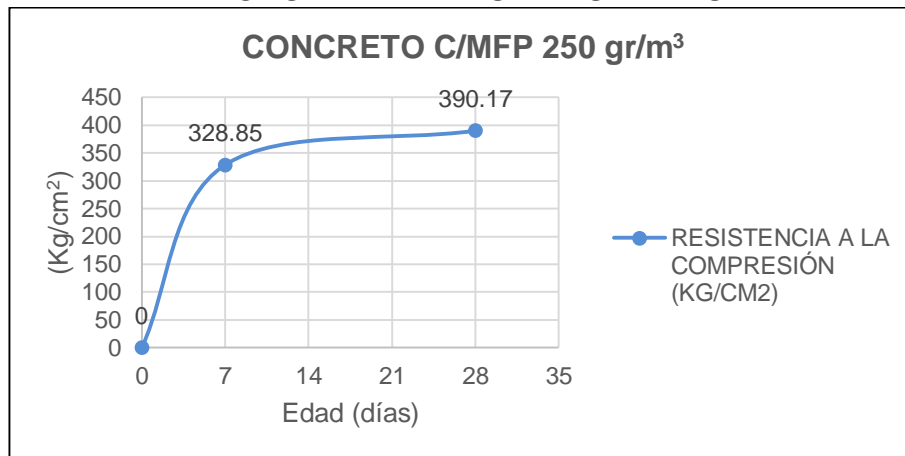
- **CONCRETO ADICIONADO CON 250gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO**

TABLA N° 108: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

250 gr/m ³ MFP		
EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	% RC
7	328.85	84.28%
28	390.17	100.00%

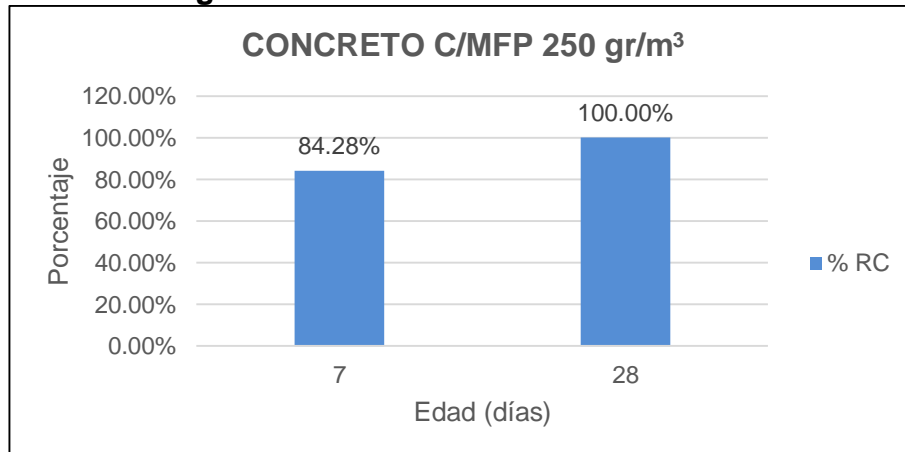
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 44: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250GR/M³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 45: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

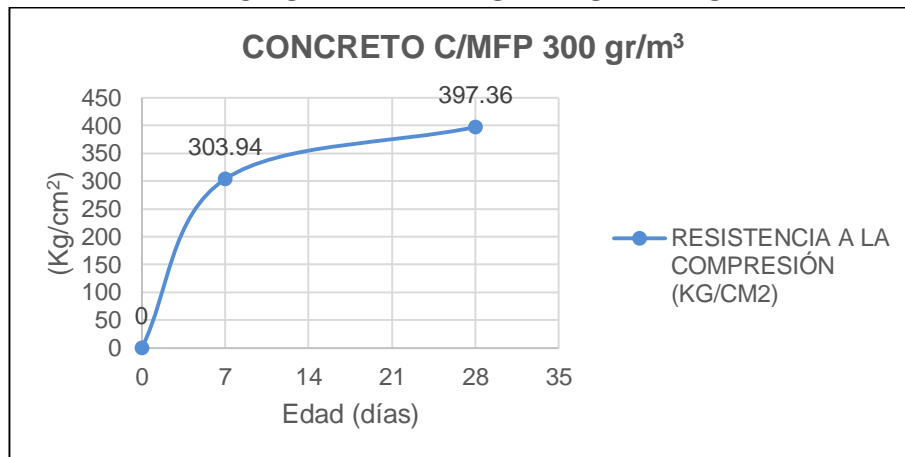
- **CONCRETO ADICIONADO CON 300gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO**

TABLA N° 109: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

300 gr/m ³ MFP		
EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/m ²)	% RC
7	303.94	76.49%
28	397.36	100.00%

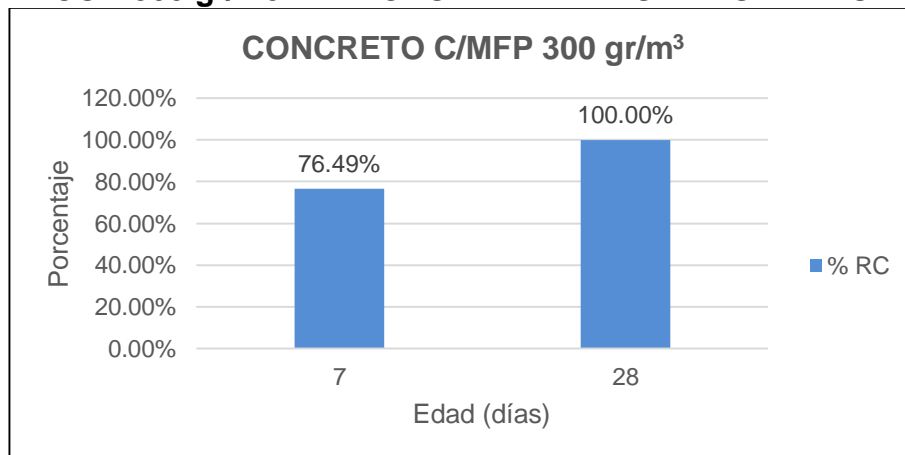
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 46: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 47: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

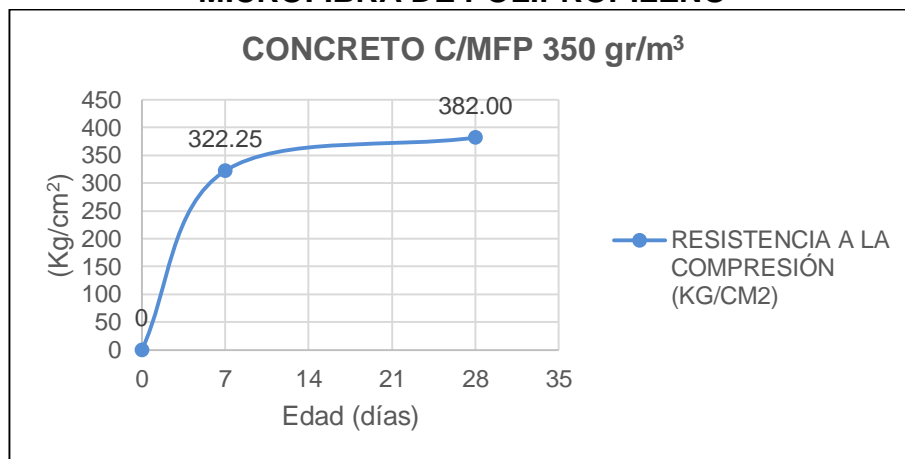
- CONCRETO ADICIONADO CON 350gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

TABLA N° 110: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

350 gr/m ³ MFP		
EDAD	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	% RC
7	322.25	84.36%
28	382.00	100.00%

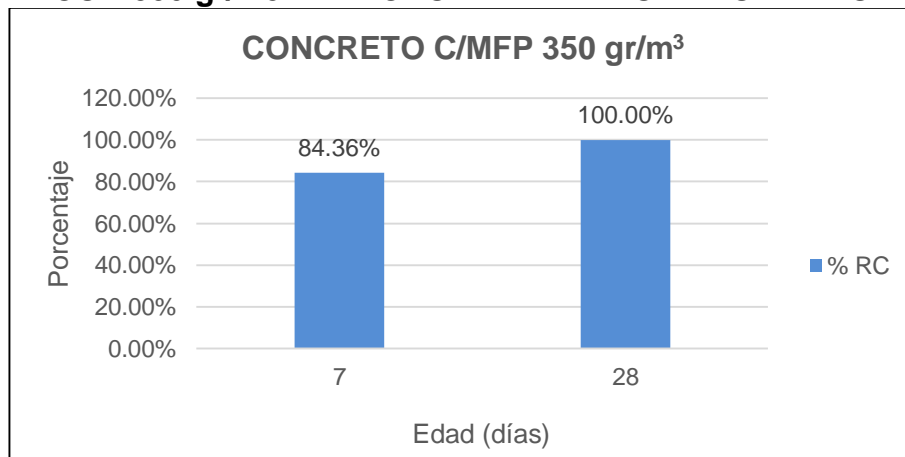
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 48: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 49: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

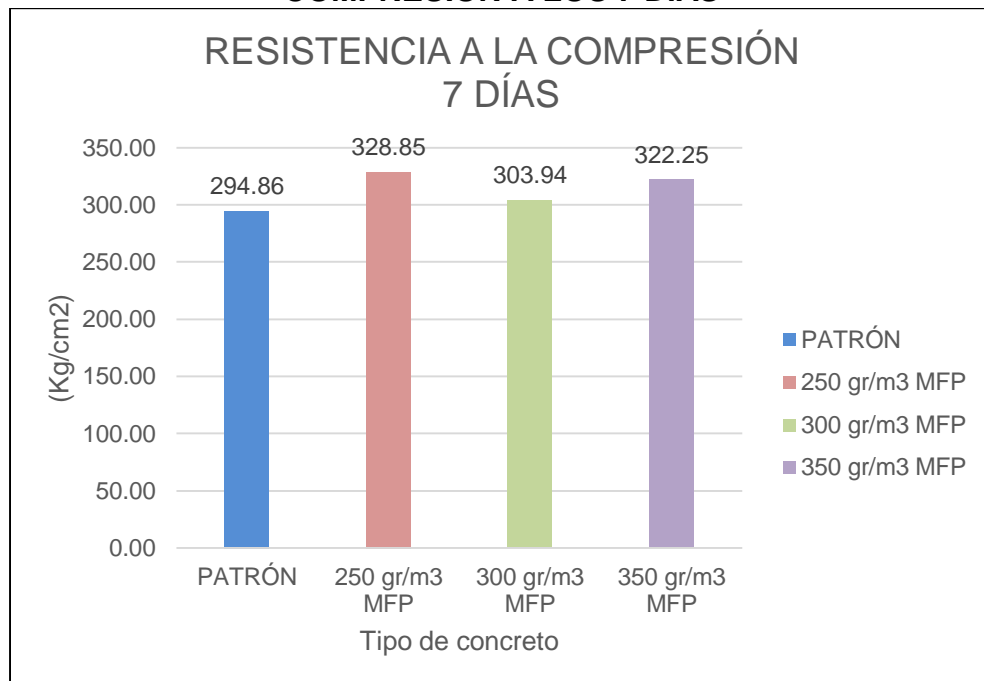
4.4.2 RESULTADOS RESUMEN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS

TABLA N° 111: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y COMPARACIÓN RESPECTO AL PATRÓN A LOS 7 DÍAS

EDAD: 7 DÍAS		
TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	% RC
PATRÓN	294.86	100.00%
250 gr/m ³ MFP	328.85	111.53%
300 gr/m ³ MFP	303.94	103.08%
350 gr/m ³ MFP	322.25	109.29%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 50: COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS



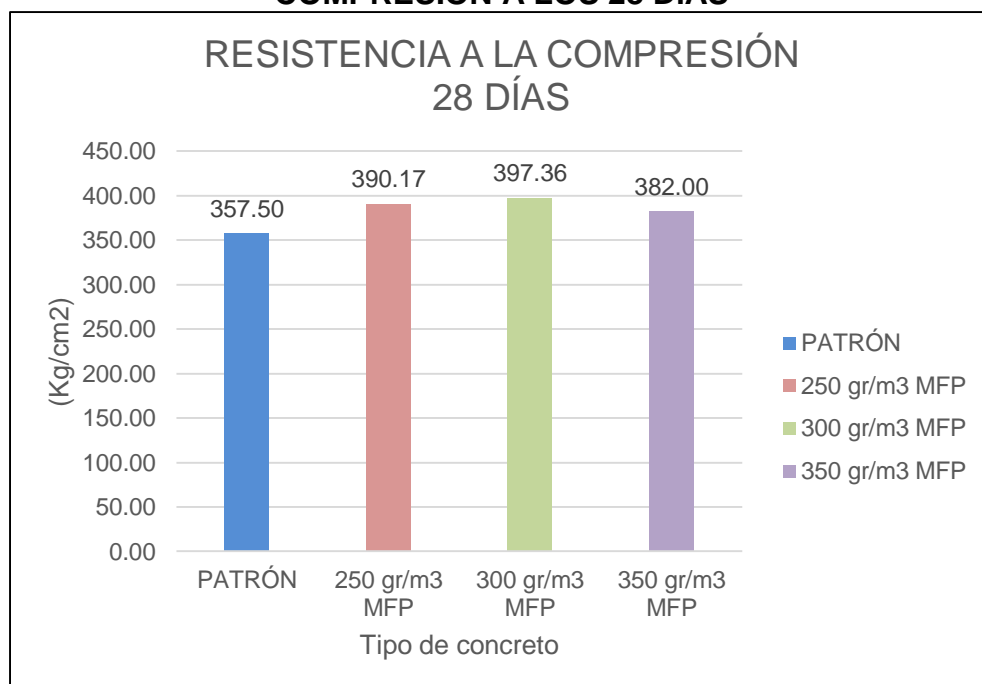
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La dosificación de 250gr/m³ de Adición de Microfibra de polipropileno con respecto al peso del cemento, es la que ha incrementado más la resistencia a la compresión respecto al concreto patrón, incrementándose a un 111.53% a los 7 días.

4.4.3 RESULTADOS RESUMEN DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN A LOS 28 DÍASTABLA N° 112: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN Y COMPARACIÓN RESPECTO AL PATRÓN A LOS
28 DÍAS

EDAD: 28 DÍAS		
TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	% RC
PATRÓN	357.50	100.00%
250 gr/m ³ MFP	390.17	109.14%
300 gr/m ³ MFP	397.36	111.15%
350 gr/m ³ MFP	382.00	106.86%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 51: COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La dosificación de 300gr/m³ de Adición de Microfibra de polipropileno con respecto al peso del cemento, es la que ha incrementado más la resistencia a la compresión respecto al concreto patrón, incrementándose a un 11.15.30% a los 28 días.

4.5 RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

4.5.1 RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN POR DOSIFICACIÓN

Se ha obtenido los siguientes resultados:

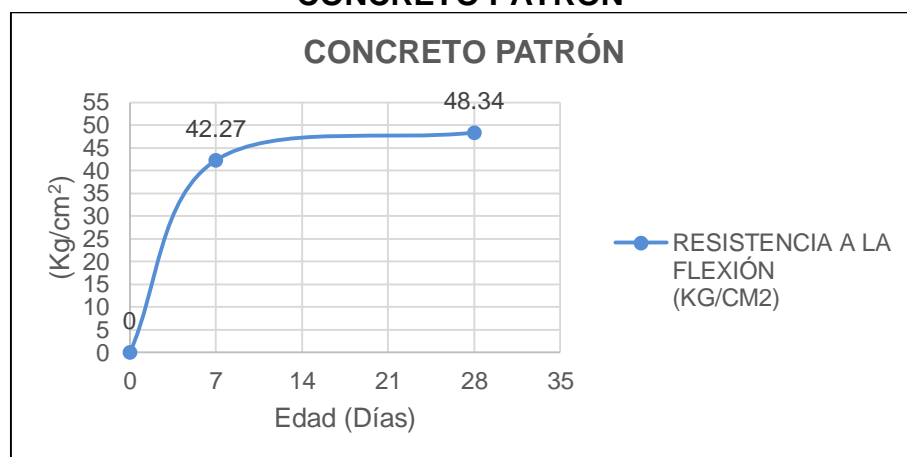
- **CONCRETO PATRÓN:**

TABLA N° 113: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN

PATRÓN		
EDAD	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	% RF
7	42.27	87.45%
28	48.34	100.00%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 52: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

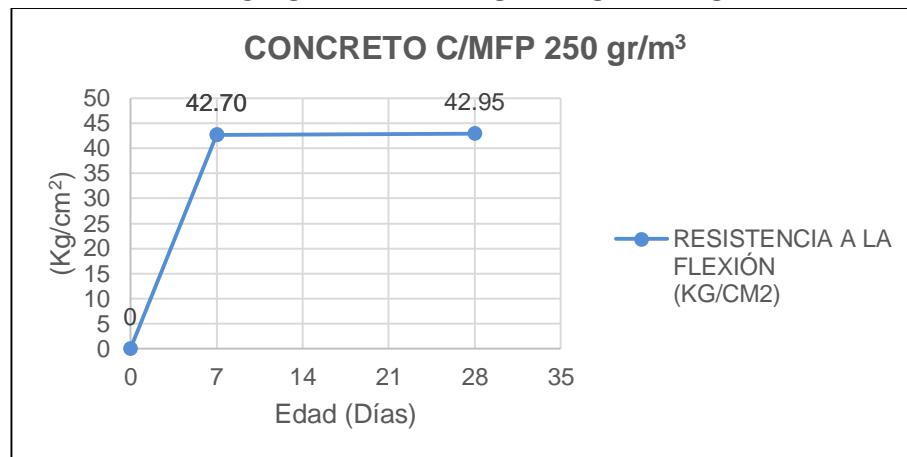
- **CONCRETO ADICIONADO CON 250 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO:**

TABLA N° 114: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

250 gr/m ³ MFP		
EDAD	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	% RF
7	42.70	99.42%
28	42.95	100.00%

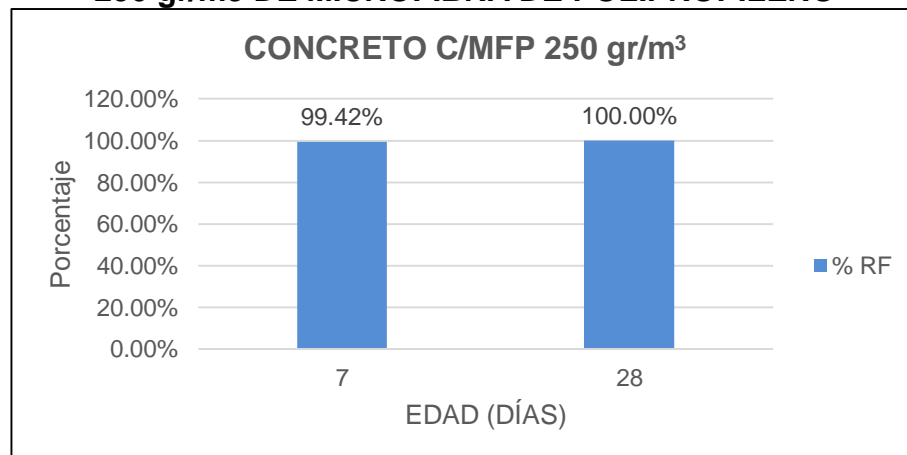
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 53: GRÁFICO LINEAR “EDAD - RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250 gr/cm³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 54: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 250 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

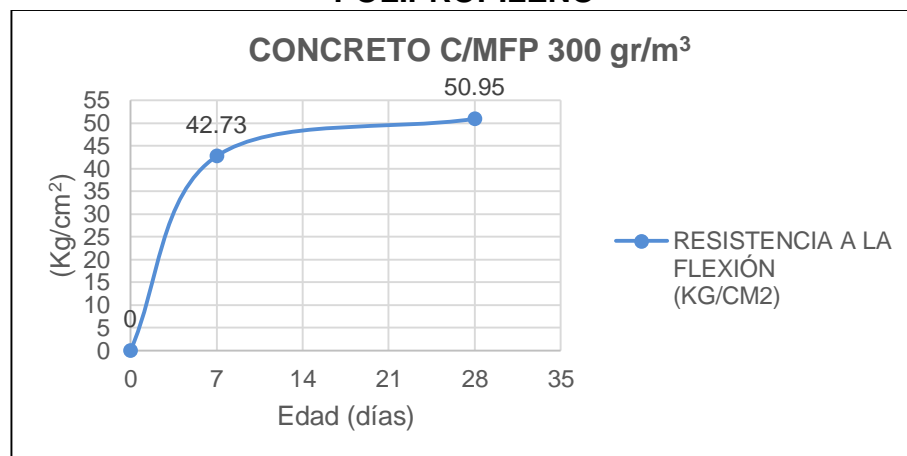
- **CONCRETO ADICIONADO CON 300 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO:**

TABLA N° 115: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

300 gr/m ³ MFP		
EDAD	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	% RF
7	42.73	83.86%
28	50.95	100.00%

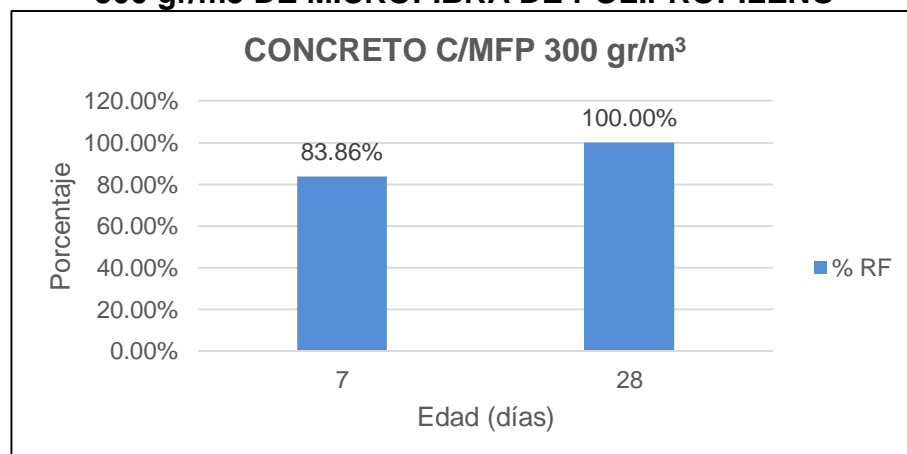
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 55: CURVA “EDAD - RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 56: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 300 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

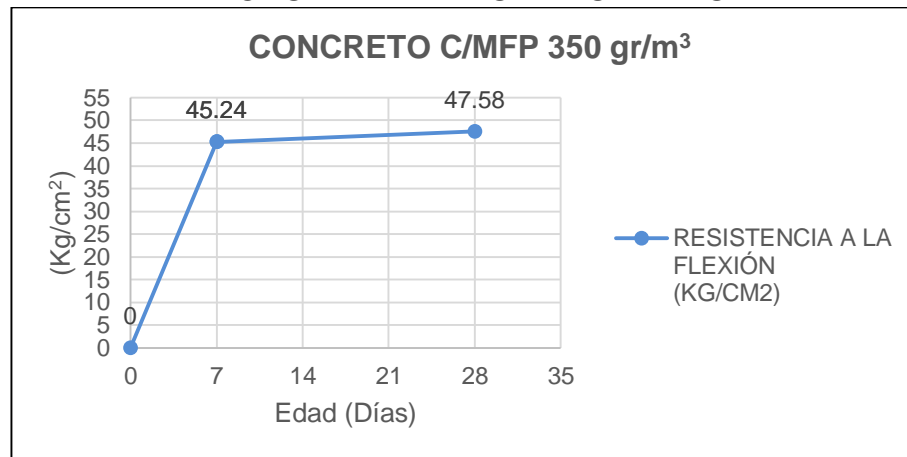
- CONCRETO ADICIONADO CON 350 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO:

TABLA N° 116: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO

350 gr/m ³ MFP		
EDAD	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	% RF
7	45.24	95.08%
28	47.58	100.00%

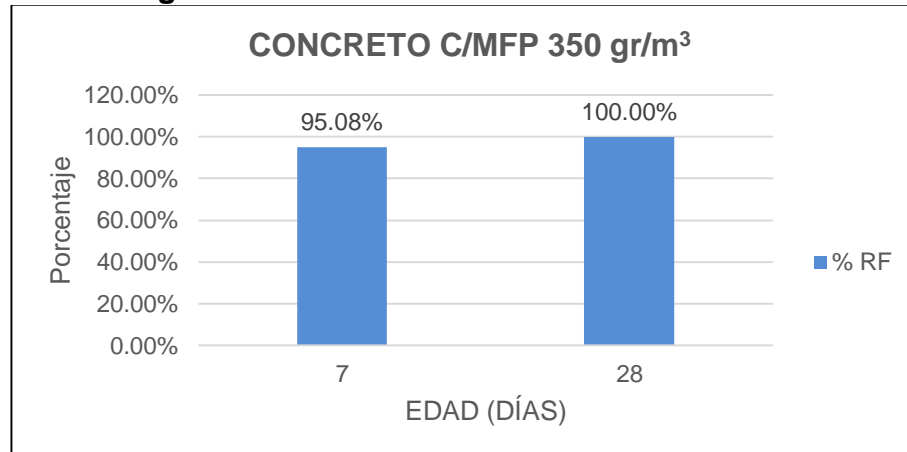
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 57: GRÁFICO LINEAR “EDAD - RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 58: GRÁFICO “EDAD – PORCENTAJE DE RESISTENCIA” A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON 350 gr/m³ DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

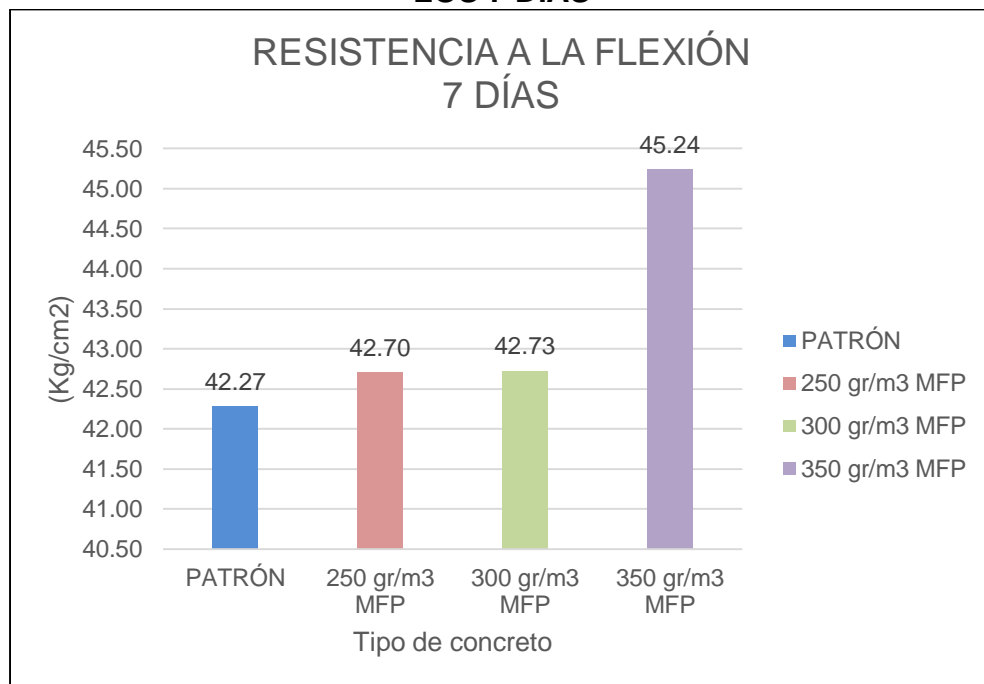
4.5.2 RESULTADOS RESUMEN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS

TABLA N° 117: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y COMPARACIÓN RESPECTO AL PATRÓN A LOS 7 DÍAS

EDAD: 7 DÍAS		
TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	% RF
PATRÓN	42.27	100.00%
250 gr/m ³ MFP	42.70	101.0%
300 gr/m ³ MFP	42.73	101.07%
350 gr/m ³ MFP	45.24	107.01%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 59: COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 7 DÍAS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La dosificación de 350gr/m³ de Adición de Microfibra de polipropileno por metro cúbico de concreto, es la que ha incrementado más la resistencia a la flexión respecto al concreto patrón, incrementándose a un 107.01% a los 7 días.

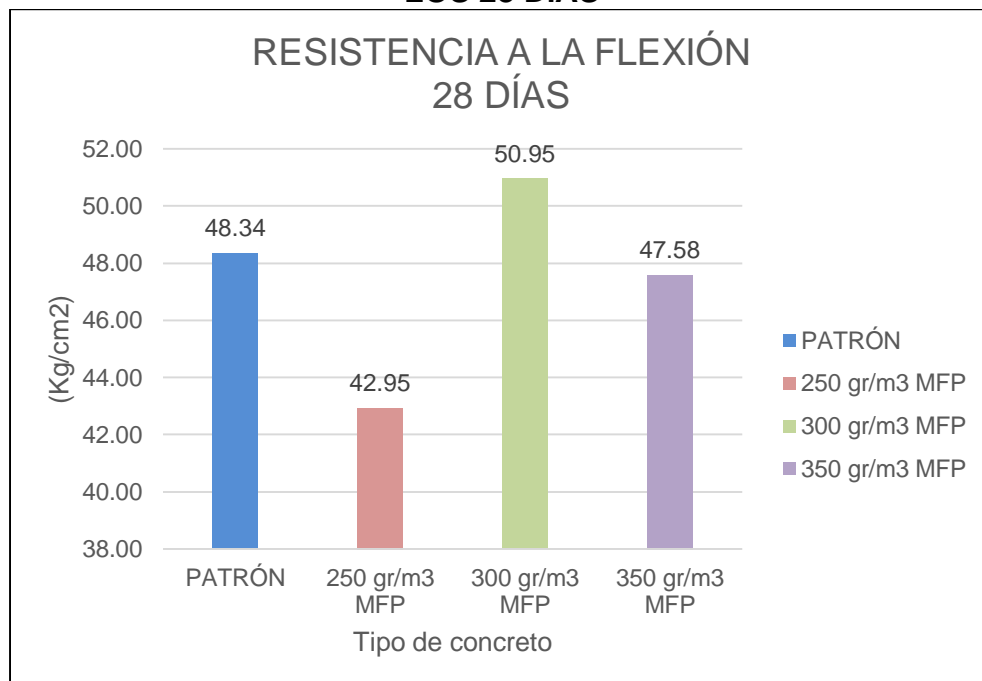
4.5.3 RESULTADOS RESUMEN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS

TABLA N° 118: RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y COMPARACIÓN RESPECTO AL PATRÓN A LOS 28 DÍAS

EDAD: 28 DÍAS		
TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm ²)	% RF
PATRÓN	48.34	100.00%
250 gr/m ³ MFP	42.95	88.84%
300 gr/m ³ MFP	50.95	105.39%
350 gr/m ³ MFP	47.58	98.42%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 60: COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

La dosificación de 300 gr/m³ de adición de Microfibra de polipropileno por metro cúbico de concreto, es la dosificación que ha incrementado más la resistencia a la flexión respecto al concreto patrón, incrementándose a un 105.39% a los 28 días.



Las adiciones de 250 gr/m^3 y 350 gr/m^3 de Microfibra de polipropileno ha reducido la resistencia a la flexión respecto al concreto patrón, decreciendo a un 88.84% y 98.42% respectivamente.



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

- 1. Al momento de realizar la investigación, ¿Por qué se empleó las adiciones en peso de microfibras de polipropileno respecto volumen de concreto?**

Debido a que el diseño de mezcla se realiza con respecto al volumen y no se cuenta con un aparato para medir el volumen de la microfibras de polipropileno, usamos una medida de peso de microfibras para añadir al metro cúbico de concreto.

- 2. Al momento de realizar la investigación, ¿Por qué se añadió la microfibras de polipropileno sin sustituirlo por agregado?**

Debido a que la cantidad en volumen por briqueta se consideró despreciable.

- 3. Al momento de comparar los resultados de la investigación, ¿Cuál es la dosificación de microfibras de polipropileno que incrementa más el valor a la resistencia a la flexión?**

La dosificación de microfibras de polipropileno que ha incrementado más el valor de la resistencia a la flexión del concreto fue la adición del 300gr/m³. Obteniéndose un incremento de 1.07% respecto al patrón en un tiempo de 7 días de curado, y un 5.39% respecto al patrón en un tiempo de 28 días de curado.



- 4. Al momento de comparar los resultados de la investigación, ¿Cuál es la dosificación de microfibra de polipropileno que incrementa más el valor a la resistencia a la compresión?**

La dosificación de microfibra de polipropileno que ha incrementado más el valor de la resistencia a la compresión del concreto fue la adición de 250gr/m³, obteniéndose un incremento de 11.15% respecto al patrón en un tiempo de 7 días de curado. Y la adición de 300gr/m³ en un 11.15% respecto al patrón en un tiempo de 28 días de curado.

- 5. Al momento de comparar los resultados de la investigación, ¿La microfibra pudo interactuar de manera óptima con el concreto?**

Se ha podido demostrar que la microfibra si se adapta con el concreto, así mismo se debe destacar que se pudo realizar una distribución uniforme de microfibra de polipropileno en el concreto. Aunque al realizar las mezclas de concreto con microfibra de polipropileno, el único problema que se tuvo fue que al adicionar la microfibra de polipropileno al concreto, la consistencia del mismo se reduce.

- 6. ¿Las muestras representativas de agregado grueso y fino que se obtuvieron del ensayo de cuarteo cumplen con las condiciones de granulometría establecidas en las NTP?**

El agregado grueso proveniente de la cantera de vicho cumple con los parámetros que la NTP 400.012. En el caso del agregado fino se juntó dos tipos de agregado fino provenientes de las canteras Cunyac y Vicho en porcentajes de 70% a 30%, respectivamente, para cumplir con los parámetros de la norma NTP 400.037, los cuales se realizaron previos ensayos en diferentes porcentajes para determinar los porcentaje ya antes mencionados.



7. ¿La dosificación de los materiales obtenidos del diseño de mezclas para la producción de especímenes de concreto es el adecuado?

El diseño de mezclas obtenido es idóneo porque está en base a todos los resultados óptimos producto de los ensayos aplicados a los agregados, así mismo los datos del cemento extraídos de la ficha técnica proporcionada por la empresa YURA.S.A., dándonos la dosificación adecuada para la producción de los especímenes de concreto.

8. ¿Por qué en los ensayos de resistencia a la compresión tuvieron resistencias mayores al del diseño?

Debido al tratamiento del agregado, el cual era lavado antes de cada preparación de mezcla; así como también el uso del tipo de cemento que es el HE, explicado en los anexos, en la Tabla N° 124.

9. ¿Por qué se mezclaron dos tipos de agregado fino?

Debido que ninguno de los dos agregados cumple con los requisitos especificados en la norma, a través de una mezcla de ambos en las cantidades de 30% de agregado de la cantera de Vicho y 70% de agregado de la cantera de Cunyac; el resultado se encuentra entre los parámetros de la norma.



GLOSARIO

ADITIVO: Producto químico o mineral que modifica una o más propiedades de un material o mezcla de éstas.

AGLOMERANTE: Material capaz de unir partículas de material inerte por efectos físicos o transformaciones químicas o ambas.

BP: Nomenclatura de las briquetas tipo patrón.

BM250: Nomenclatura de las briquetas con adición de 250 gramos de microfibra de polipropileno por metro cúbico de concreto.

BM300: Nomenclatura de las briquetas con adición de 300 gramos de microfibra de polipropileno por metro cúbico de concreto.

BM350: Nomenclatura de las briquetas con adición de 350 gramos de microfibra de polipropileno por metro cúbico de concreto.

CONO DE ABRAMS: Molde con forma de cono trunco constituido de un metal no atacable por la pasta de cemento, que se usa para medir la consistencia de la mezcla de concreto fresco. Se conoce también como cono de asentamiento o SLUMP.

CLINKER: Es el producto del horno que se muele para fabricar el cemento Portland.

CUARTEO: Procedimiento de reducción del tamaño de una muestra.

CURADO DE CONCRETO: Proceso que consiste en controlar las condiciones ambientales (especialmente temperatura y humedad) durante el fraguado y/o endurecimiento del concreto o mortero.

ELONGACIÓN A LA RUPTURA: Es la relación entre la variación de longitud y la longitud inicial después de que falle el material en el ensayo de tracción.

FISURAS DE INTERFAZ: Fisura en la interface entre la pasta y el agregado.



FISURA DE MATRIZ: Fisura en la misma pasta de cemento.

FRAGUADO: Fenómeno químico que consiste en el endurecimiento de las cales, cementos y yesos, sin que puedan ablandarse nuevamente.

ICG: Instituto de la Construcción y Gerencia.

MFP: Abreviatura de Microfibra de Polipropileno.

PH: Potencial hidrógeno es la medida del estado de acidez o basicidad de una solución.

PPM: Partes por millón; es decir, los mg (miligramos) que hay en un kg de disolución.

SLUMP: Establece la determinación del asentamiento del concreto fresco tanto en el laboratorio como en el campo. Este método consiste en colocar una muestra de concreto fresco en un molde con forma de cono trunco, según las características y procedimientos que establezcan las especificaciones técnicas correspondientes.

TENACIDAD: Es la energía de deformación total que puede absorber o acumular un material antes de alcanzar la rotura en condiciones de impacto, por acumulación de dislocaciones. Se debe principalmente al grado de cohesión entre moléculas.

VP: Nomenclatura de las viguetas tipo patrón.

VM250: Nomenclatura de las viguetas con adición de 250 gramos de microfibra de polipropileno por metro cúbico de concreto.

VM300: Nomenclatura de las viguetas con adición de 300 gramos de microfibra de polipropileno por metro cúbico de concreto.

VM350: Nomenclatura de las viguetas con adición de 350 gramos de microfibra de polipropileno por metro cúbico de concreto.

CONCLUSIONES

Conclusión N° 01

Se ha demostrado que la hipótesis general que dice “Las propiedades físico mecánicas del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregar microfibra de polipropileno variarán levemente al evaluar la resistencia mecánica a esfuerzos de compresión axial, resistencia a la flexión, peso unitario y revenimiento” es válida. Lográndose de esta manera cumplir con el objetivo general como se muestra en el capítulo IV donde se determinó que las propiedades físico mecánicas del concreto varían al adicionarse microfibra de polipropileno en las diferentes dosificaciones de microfibra de polipropileno en el concreto.

Conclusión N° 02

Se ha demostrado que la Sub Hipótesis N° 01 que dice “La resistencia mecánica a esfuerzo de compresión axial del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibra de polipropileno es directamente proporcional a la dosificación de microfibra de polipropileno empleada” no es válida. Mediante los ensayos a compresión realizados a cada dosificación de mezclas, resumidos en las Tablas N° 111 y 112.

Observándose que a los 7 días se ha producido un incremento de la resistencia a la compresión en dosificaciones adicionadas con 250gr/m³ de microfibra de polipropileno de 11.53% respecto al concreto patrón. En dosificaciones adicionadas con 300gr/m³ de microfibra de polipropileno el incremento ha sido del 3.08% respecto al concreto patrón y en dosificaciones con 350gr/m³ de microfibra de polipropileno el incremento de la resistencia a la compresión fue de 9.29% respecto al concreto patrón.



Teniendo a los 7 días la dosificación de 250gr/m³ de microfibra de polipropileno con la mayor resistencia a la compresión.

A una edad de 28 días, se ha producido un incremento del 9.14% en concretos adicionados con 250gr/m³ de microfibra de polipropileno respecto al concreto patrón, en dosificaciones de concreto adicionados con 300gr/m³ de microfibra de polipropileno se ha producido un incremento de 11.15% respecto al concreto patrón, y en dosificaciones de concreto adicionados con 350gr/m³ de microfibra de polipropileno se ha producido un incremento de 6.86% respecto al concreto patrón.

Teniendo a los 28 días la dosificación de 300gr/m³ de microfibra de polipropileno con la mayor resistencia a la compresión.

Conclusión N° 03

Se ha demostrado que la Sub Hipótesis N° 02 que dice “La resistencia a la flexión del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibra de polipropileno es directamente proporcional a la dosificación de microfibra de polipropileno empleada” no es válida. Mediante los ensayos a flexión realizados a cada dosificación de mezclas, resumidos en las Tablas N° 117 y 118.

A la edad de 7 días se ha producido un incremento del módulo de rotura en dosificaciones adicionadas con 250gr/m³ de microfibra de polipropileno de 1.01% respecto al concreto patrón. En dosificaciones adicionadas con 300gr/m³ de microfibra de polipropileno el incremento ha sido del 1.07% respecto al concreto patrón; y en dosificaciones con 350gr/m³ de microfibra de polipropileno se ha producido una reducción del módulo de rotura en 7.01% respecto al concreto patrón.

Teniendo a los 7 días la dosificación de 350gr/m³ de microfibra de polipropileno con el mayor módulo de ruptura.



A una edad de 28 días, se ha producido una disminución del 11.16% en concretos adicionados con 250gr/m³ de microfibra de polipropileno respecto al concreto patrón, en dosificaciones de concreto adicionados con 300gr/m³ de microfibra de polipropileno se ha producido un aumento de 5.39% respecto al concreto patrón, y en dosificaciones de concreto adicionados con 350gr/m³ de microfibra de polipropileno se ha producido una reducción de 1.58% respecto al concreto patrón.

Teniendo a los 28 días la dosificación de 300gr/m³ de microfibra de polipropileno con el mayor módulo de ruptura.

Conclusión N° 04

Se ha demostrado que la Sub-Hipótesis N°03 que dice "El peso unitario del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibra de polipropileno es inversamente proporcional a la dosificación de microfibra de polipropileno empleada" no es válida. Mediante los ensayos realizados a cada dosificación de mezclas, resumidos en la Tabla N° 106, observándose que se ha producido una disminución del peso unitario en las tres dosificaciones de microfibra de polipropileno, más no inversamente proporcional a cada dosificación.

En dosificaciones adicionadas con 250gr/m³ de microfibra de polipropileno se obtuvo una reducción del 0.79% con respecto al concreto patrón.

En dosificaciones adicionadas con 300gr/m³ de microfibra de polipropileno se obtuvo una reducción del 0.22% con respecto al concreto patrón.

En dosificaciones adicionadas con 350gr/m³ de microfibra de polipropileno se obtuvo una reducción del 0.33% con respecto al concreto patrón.



La adición de microfibras de polipropileno al concreto disminuye el peso específico mínimamente, teniendo la dosificación de 300gr/m³ de microfibras de polipropileno la que menor incidencia provocó, seguido de la dosificación de 350gr/cm³ de microfibras de polipropileno, y por último la dosificación de 250gr/m³ de microfibras de polipropileno.

Conclusión N° 05

Se ha demostrado que la Sub Hipótesis N° 04 que dice “El revenimiento del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado de la cantera de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras de polipropileno es indirectamente proporcional a la dosificación de microfibras de polipropileno empleada” es válida. Mediante los ensayos de consistencia del concreto, resumidos en la Tabla N° 105, determinamos que el revenimiento del concreto disminuye con la adición de microfibras de polipropileno, teniendo una relación indirectamente proporcional.

Al adicionar 250gr/m³ de microfibras de polipropileno, el revenimiento o slump del concreto disminuye en 0.81 pulgadas (22.02%) respecto al concreto patrón, siendo este tipo de mezcla considerada como blanda.

Al adicionar 300gr/m³ de microfibras de polipropileno, el revenimiento disminuye significativamente en 1.23 pulgadas (32.13%) respecto al concreto patrón, siendo este tipo de mezcla considerada como blanda.

Al adicionar 350gr/m³ de microfibras de polipropileno, el revenimiento disminuye en 1.03 pulgadas (28.77%) respecto al concreto patrón, siendo este tipo de mezcla denominada blanda.

Al adicionar microfibras de polipropileno al concreto, la mezcla que menos incidencia tuvo fue la dosificación de 250gr/cm³, seguido de la dosificación de 350gr/cm³, y finalmente la dosificación de 300gr/m³.



Conclusión N° 06

Se ha demostrado que la Sub Hipótesis N° 05 que decía "Los agregados de las canteras de "Vicho" y "Cunyac", cumplen con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana" es válida.

Mediante los ensayos realizados a los agregados, resumidos en las Tablas N° 100, 101 y 102.

La granulometría del agregado fino y el agregado grueso se encuentra dentro de los parámetros exigidos por la Norma Técnica Peruana 400.037.

Para el agregado fino tenemos, un módulo de fineza de 2.52, que se encuentra dentro de los límites establecidos de 2.3 y 3.1 para el concreto.

El peso específico de la masa del agregado fino es de 2.63 gr/cm³, el cual fue usado para el diseño de mezcla dado que este dato es representativo en condiciones de laboratorio, el peso específico de la masa saturada superficialmente seca es de 2.67 gr/cm³, el peso específico aparente es de 0.73 gr/cm³, y la absorción es de 1.58%.

El agregado fino tiene un peso unitario suelto de 1.53 gr/cm³ con un porcentaje de vacíos de 41.84%, el peso unitario compactado es de 1.63 gr/cm³ con un porcentaje de vacíos de 37.89%.

El peso específico de la masa del agregado grueso es de 2.77, el cual fue usado para el diseño de mezcla dado que este dato es representativo en condiciones de laboratorio, el peso específico de la masa saturada superficialmente seca es de 2.80 gr/cm³, el peso específico aparente es de 2.87%, y la absorción es de 1.22%.

El agregado grueso tiene un peso unitario suelto de 1.45 gr/cm³ con un porcentaje de vacíos 47.66%, el peso unitario compactado es de 1.56 gr/cm³ con un porcentaje de vacíos de 43.47%.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de la adición de 300gr/m³ de Microfibra de polipropileno para un concreto de calidad $f'c$ 210 kg/cm², por ser esta la dosificación que brindó mayor resistencia a la compresión y flexión, en un 11.15% y un 1.07% respectivamente.
- Se recomienda la utilización de la adición de 300gr/m³ de Microfibra de polipropileno a un concreto de calidad $f'c$ 210 kg/cm², ya a que este al incrementar los valores de resistencia a la compresión y flexión, puede reducir la cantidad de cemento por metro cúbico a utilizar para poder alcanzar una resistencia deseada.
- Se recomienda evaluar el comportamiento del concreto adicionado con microfibra de polipropileno a edades mayores a 28 días de curado.
- Se recomienda evaluar la distribución de las partículas entre el concreto patrón y el concreto adicionadas con microfibra de polipropileno, debidas a la observación de la disminución visible de espacios vacíos, así también la disminución del peso unitario.
- Se recomienda investigar de adiciones mayores de 350gr de microfibra de polipropileno por metro cúbico concreto de tal manera que se llegue a la resistencia deseada y el peso unitario pueda disminuir aún más.
- Se recomienda el lavado de los agregados para un mejor comportamiento a nivel de resistencia a la compresión, dado que este agregado sin lavar



disminuye la resistencia en un 21.50% con respecto al concreto patrón, como se muestra en los Anexos en la Tabla N°124.

- Se recomienda considerar un slump mayor a la hora de realizar el diseño de mezclas debido a que al incorporar microfibra de polipropileno este reduce un promedio de 1”.

**REFERENCIA**

- Abanto, F. (1996). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- American Society for Testing Materials. (2001). ASTM. Estados Unidos.
- Anónimo. (2011). *Manual de Laboratorio de Materiales de Ingeniería Civil*. Retrieved Marzo 2014, from <http://www.uprm.edu/civil>
- CHEM MASTERS DEL PERÚ S.A. (2014). *Ficha técnica de Chema Fibra ultrafina*. Lima: Importadora técnica industrial y comercial S.A.
- Civilgeeks. (2010, Diciembre 3). Retrieved from Civilgeeks.com: <http://civilgeek.com/2010/12/03/fundamentos-del-concreto-la-tecnologia-del-concreto-antecedentes/>
- Crus, L. (2011). Retrieved from issuu.com: <https://issuu.com/litocrustrav/docs/resumen>
- Delgado, H., Garnica, P., Villatoro, G., & Rodríguez, G. (2006). *Influencia de la granulometría en la propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica*. Mexico D.F.: Secretaria de Comunicaciones y Transporte.
- DocSlide. (2015, Diciembre 11). Retrieved from Documents.tips: <http://documents.tips/documents/cap-2-el-cemento-1.html>
- Documents. (2015, Julio 15). Retrieved from Documents.mx: <http://documents.mx/documents/31-concreto-composicion.html>
- El Mosri, J., & Gomez, I. (2006). *Análisis de la resistencia de los concretos a los veintiocho días, con la incorporación de la fibrasintética, sometida a compresión pura*. Maracaibo: Universidad Rafael Urdaneta.
- Espinoza, L., & Méndez, E. (2012). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques de concreto tipo C, y sin la adición de fibra sintética*. Maracaibo: Universidad Rafael Urdaneta.
- Guevara, J. (2008). *Ensayos de los materiales*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- GUTIERREZ, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lea, F. (1956). *The chemistry of cement and concrete*. Nueva York: St. Martin's Press. Inc.
- Mateu, E. C. (2003). *UAB España*. Retrieved 2014, from Tipos de Muestreo: <http://minnie.uab.es/veteri/21216/TiposMuestreo1.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2000). *Manual de ensayo de materiales (EM 2000)*. Lima: El Peruano.



- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (1999). NTP 339.034 Hormigón. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- N.M., N. (2010). Metodología de la Investigación. In N. N.M.. Ciudad de México - México: Editorial Limusa.
- Oviedo, D. (2014, Noviembre 6). Retrieved from Prezi.com:
<https://prezi.com/4ldvzjzbz61u/naturaleza-del-concreto/>
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Lima: Colegio de ingenieros del Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). *Norma E.060 - Concreto Armado*. Lima: Diario El Peruano.
- Rivva, E. (1992). *Tecnología del concreto - Diseño de mezclas*. Lima: Hozlo.
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima: Capítulo peruano ACI.
- Sabino, C. (2002). *El Proceso de Investigación*. Caracas: Editorial Panapo.
- Sampieri, H. (1999). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Sanchez, F., & Tapia, R. (2015). *Relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia de la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- SENCICO. (2002). *Banco temático de encofrados fierriería tomo III*. Lima: SENCICO.
- Tamayo, M. (2003). *El Proceso De Investigacion Cientifica*. México D.F.: Editorial Limusa S.A.
- Universidad de Oriente. (2010). Retrieved from Univo.edu.sv:
http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/018150/01850_Cap2.pdf
- Universidad Ricardo Palma. (2007). *Características de los materiales*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Yura S.A. (2013, Septiembre). Retrieved from Yura.com:
<http://www.yura.com.pe/productos.html>
- Zerbino, R. (2011). *Resistencia del Hormigón*. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata.

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO

FIGURA N° 61: CUARTEO DE AGREGADO FINO MEZCLADO PROVENIENTES DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO PARA FUTURO TAMIZADO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 62: TAMIZADO DEL AGREGADO FINO POR LA MÁQUINA DE ZARANDEO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**FIGURA N° 63: CUARTEO DEL AGREGADO GRUESO
PROVENIENTE DE LA CANTERA DE VICHO PARA FUTURO
TAMIZADO.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 64: AGREGADO GRUESO CUARTEADO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 65: DISTRIBUCIÓN DEL AREGADO FINO MEZCLADO PROVENIENTES DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO DE ACUERDO AL TAMAÑO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 66: SECADO SUPERFICIAL DE AGREGADO GRUESO PARA ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 67: SECADO SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO PARA PESO ESPECÍFICO.



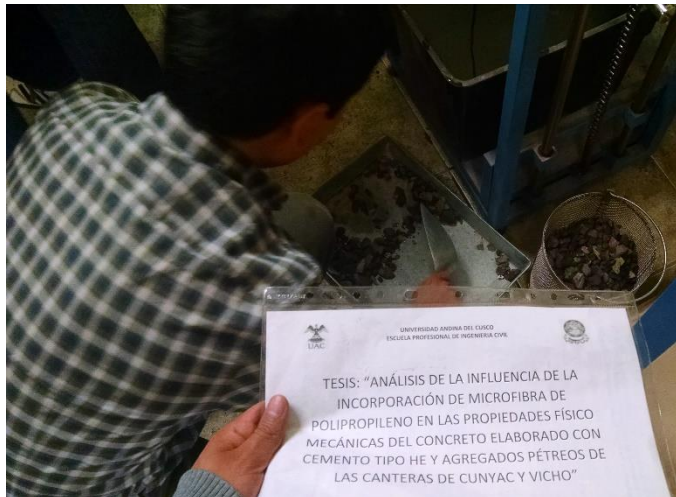
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 68: SECADO SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO PARA PESO ESPECÍFICO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 69: OBTENCIÓN DEL PESO SUMERGIDO DEL AGREGADO GRUESO PARA PESO ESPECÍFICO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**FIGURA N° 70: OBTENCIÓN DEL PESO SUMERGIDO DEL
AGREGADO GRUESO PARA PESO ESPECÍFICO.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**FIGURA N° 71: DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO
DEL AGREGADO GRUESO.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**FIGURA N° 72: DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO
COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO.**



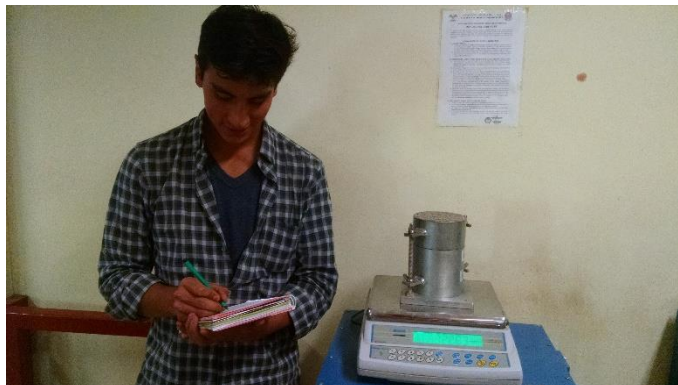
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 73: PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**FIGURA N° 74: TOMA DE DATOS DEL PESO UNITARIO SUELTO
DEL AGREGADO FINO.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 75: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 76: TOMA DE DATOS PARA PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 77: MATERIALES Y EQUIPOS PARA EL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO.



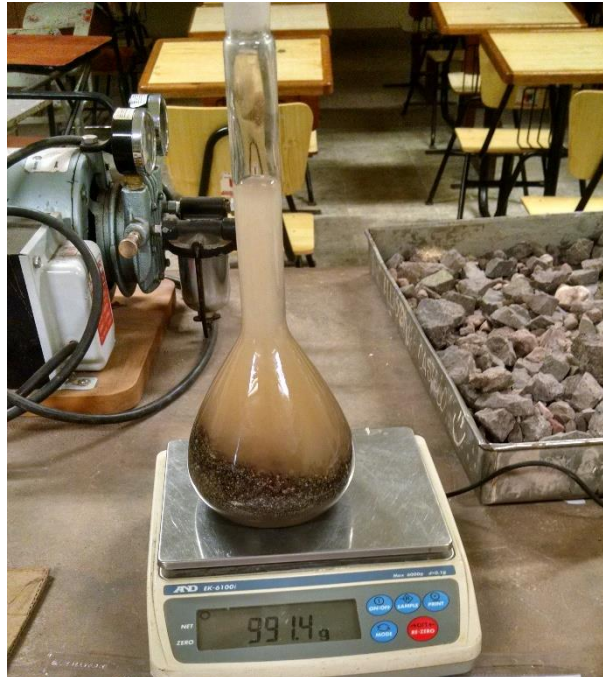
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 78: EXTRACCIÓN DE VACIOS DE LA FIOLA CON AGREGADO FINO Y AGUA DESTILADA.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 79: PESADO DE LA FIOLA CON AGREGADO GRUESO Y AGUA DESTILADA SIN VACIOS.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 80: PESADO DE LA MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PARA FUTURA UTILIZACIÓN EN LA MEZCLA DE CONCRETO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 81: DOSIFICACIÓN EN PESO DEL AGREGADO FINO JUNTO CON NUESTRO INGENIERO DICTAMINANTE EDSON SALAS FORTÓN.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 82: DOSIFICACIÓN EN PESO DEL AGREGADO FINO JUNTO CON NUESTRO INGENIERO DICTAMINANTE EDSON SALAS FORTÓN.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 83: ADICIÓN DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO A LA MEZCLA DE CONCRETO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 84: MICROFIBRA DE POLIPROPILENO PRESENTE EN LA MEZCLA DE CONCRETO ADICIONADO CON 300GR/CM3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO.



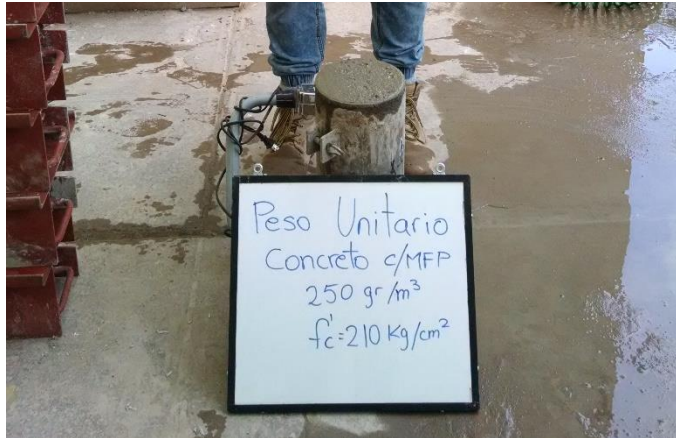
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 85: ENSAYO DE REVENIMIENTO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 300GR/CM3.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 86: ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 250GR/CM3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 87: TOMA DE DATO DEL REVENIMIENTO DE LA MEZCLA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE 300GR/CM3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 88: VARILLADO DEL PRIMER TERCIO DE CONCRETO PARA LA ELABORACIÓN DE BRIQUETAS.



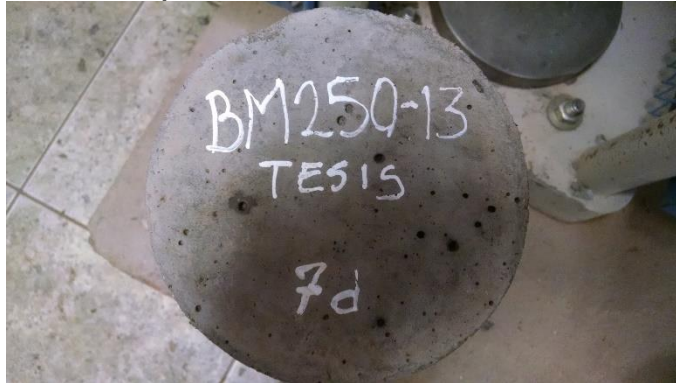
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 89: TOMA DE DATOS DE LAS MEDIDAS DE LA BRIQUETA DE CONCRETO PATRÓN.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 90: BRIQUETA BM250-13 (BRIQUETA DE CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 250GR/CM3 DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO) ENSAYADA A LOS 7 DÍAS DE CURADO.



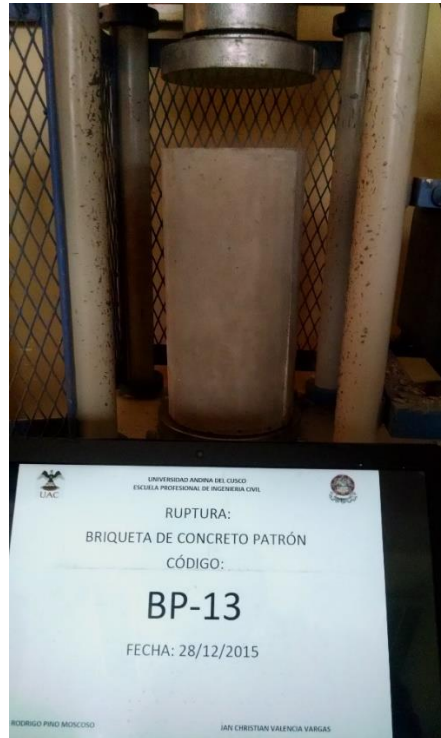
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 91: ROTURA DE VIGUETA ACOMPAÑADO DE NUESTRO ASESOR MGT. ING. VICTOR CHACON SANCHEZ.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 92: ENSAYO DE COMPRESIÓN A LA BRIQUETA BP-13.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 93: BRIQUETA BM250-13 DESPUES DE SER ENSAYADA EN LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 94: BRIQUETA BM250-14 (BRIQUETA DE CONCRETO CO ADICIÓN DE MICROFIBRA DE POLIPROPILENO DE 250GR/CM3) ENSAYADA A LOS 7 DÍAS.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 95: TOMA DE MEDIDAS DE LA VIGUETA VP-07 (VIGUETA PATRÓN) CURADA POR 7 DÍAS.



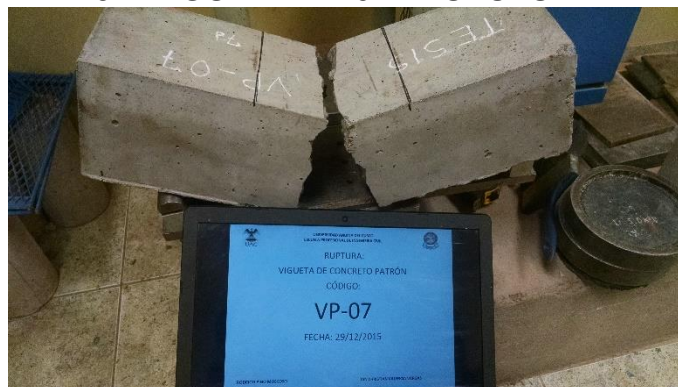
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 96: COLOCADO DE VIGUETA DE CONCRETO VP-07 EN LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN.



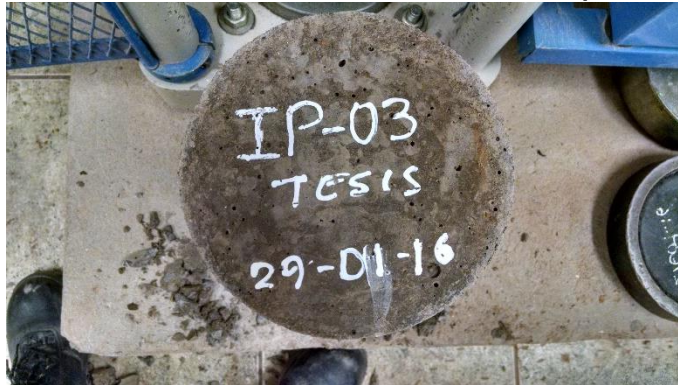
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 97: VIGUETA VP-07 DESPUES DEL ENSAYO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 98: BRIQUETA IP-03 (MEZCLA DE CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO IP).



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 99: ROTURA DE LA BRIQUETA IP-03.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 100: BRIQUETAS IP-01, IP-02, E IP-03.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 101: BRIQUETA DE CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO SUCIO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 102: ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO SUCIO.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 103: ROTURA DE BRIQUETA DE CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO SUCIO EN MAQUINA DE COMPRESIÓN.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 104: DESMORONAMIENTO DE BRIQUETA POR RESISTENCIA ELEVADA.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 105: BRIQUETAS ELABORADAS CON 350GR/M3 DE CONCRETO SUEMERGIDAS POR 7 DÍAS.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 106: ENSAYO DE ABRASIÓN CON LA MÁQUINA DE LOS ANGELES.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 107: ABRASIÓN DE LOS ANGELES.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

FIGURA N° 108: ENSAYO DE ABRASIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

**FIGURA N° 109: ENSAYO DE COMPRESIÓN JUNTO NUESTRO
DICTAMINANTE ING. JORGE ALVAREZ ESPINOZA.**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



MATRIZ DE CONSISTENCIA

TABLA N° 119: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES DE VARIABLES INDEPENDIENTES
¿Cuál es la reacción de la influencia de las propiedades físico mecánicas de un concreto de calidad $f'c= 210$ Kg/cm ² , elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" incorporando microfibras de polipropileno en 250 gr/m ³ , 300 gr/m ³ y 350 gr/m ³ a este respectivamente?	Determinar las reacciones que experimentan las propiedades físico mecánicas del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras de polipropileno, a los 7 y 28 días.	Las propiedades físico mecánicas del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregar microfibras de polipropileno variarán levemente al evaluar la resistencia mecánica a esfuerzos de compresión axial, resistencia a la flexión, peso unitario y revenimiento.	X1: Cantidad Microfibra de Polipropileno.	X1: Peso en gramos de microfibras de polipropileno por metro cúbico de concreto. (gr/m ³)
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICO	SUB-HIPÓTESIS	VARIABLES DEPENDIENTES	INDICADORES DE VARIABLES DEPENDIENTES
1. ¿Cuál es la variación de la resistencia mecánica a esfuerzo de compresión axial del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno?	1. Determinar la variación de resistencia mecánica a esfuerzo de compresión axial del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno, a los 7 y 28 días.	1. La resistencia mecánica a esfuerzo de compresión axial del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno es directamente proporcional a la dosificación de microfibras polipropileno empleada.	Y1: Resistencia al esfuerzo último de compresión axial	Y1: Fuerza de compresión aplicada. Área resistente. (Kg/cm ²)
2. ¿Cuál es la variación de la resistencia a la flexión del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno?	2. Determinar la variación de resistencia a la flexión del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno, a los 7 y 28 días.	2. La resistencia a la flexión del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno es directamente proporcional a la dosificación de microfibras polipropileno empleada.	Y2: Resistencia a la flexión	Y2: Valor de la resistencia a la flexión del concreto. (Kg/cm ²)
3. ¿Cuál es la variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno?	3. Determinar la variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno.	3. El peso unitario del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno es inversamente proporcional a la dosificación de microfibras polipropileno empleada.	Y3: Peso Unitario	Y3: Valor del peso unitario. (Kg/m ³)
4. ¿Cuál es la variación del revenimiento del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno?	4. Determinar la variación del revenimiento del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado proveniente de las canteras de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno.	4. El revenimiento del concreto elaborado con cemento tipo HE y agregado de la cantera de "Vicho" y "Cunyac" al agregarle microfibras polipropileno es directamente proporcional a la dosificación de microfibras polipropileno empleada.	Y4: Revenimiento	Y4: Altura de tope de cono a revenimiento de concreto. (Pulg.)
5. ¿Cuáles serán las características de los agregados para la elaboración del concreto?	5. Obtener características de los agregados mediante el análisis respectivo.	5. Los agregados de las canteras de "Vicho" y "Cunyac", cumplen con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana.	VARIABLES INTERVINIENTES	INDICADORES DE VARIABLES INTERVINIENTES
			Z1: Características de los Agregados	Z1: Parámetros que deben cumplir según la Norma Técnica Peruana.
			Z2: Cemento	Z2: Peso en kilogramos y número de bolsas. (Kg ó bolsas)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

En esta investigación se realizaron 2 estudios complementarios para determinar el por qué la resistencia a la compresión tiene un valor mayor a de la resistencia de diseño ($f'_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$), aumentando el valor final con respecto al concreto patrón.

Al momento de hacer la mezcla de concreto se utilizó cemento tipo HE y agregado previamente lavado. Esas dos observaciones fueron las que provocaron el aumento de la resistencia.

TESTIGOS CON CEMENTO IP

Elaboramos testigos cilíndricos con cemento tipo IP y agregado lavado para determinar el porcentaje de variación que se obtiene por el uso de cada tipo de cemento a los siete días de curado.

TABLA N° 120: RECOPIACIÓN DE DATOS DE LOS TESTIGOS CILÍNDRICOS ELABORADOS CON CEMENTO TIPO IP, ENSAYADO A LOS SIETE DÍAS.

CEMENTO IP										
DIMENSIONES	DIÁMETRO				DIÁMETRO PROMEDIO	ALTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)	CONDICIÓN DE LA NORMA NTP 339.034	
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	H1 (cm)	H2 (cm)	H PROM (cm)	H/Ø	H/Ø < 1.75, EL ESFUERZO SE MULTIPLICA POR UN FACTOR
7 DÍAS										
IP-01	15.12	15.14	15.28	15.05	15.15	30.40	30.30	30.35	2.00	CORRECTO
IP-02	15.17	15.10	15.09	15.14	15.13	30.00	30.00	30.00	1.98	CORRECTO
IP-03	15.20	15.10	15.08	15.17	15.14	30.30	30.40	30.35	2.00	CORRECTO
IP-04	15.10	15.15	15.20	15.10	15.14	30.5	30.5	30.50	2.01	CORRECTO
IP-05	15.16	15.18	15.21	15.22	15.19	30.5	30.45	30.48	2.01	CORRECTO
IP-06	15.18	15.05	15.10	15.20	15.13	30.45	30.5	30.48	2.01	CORRECTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA N° 121: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS ELABORADOS CON CEMENTO TIPO IP, ENSAYADO A LOS SIETE DÍAS.

CEMENTO IP - 7 DÍAS								
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	Q (Kg)	RC (Kg/cm ²)	RC PROMEDIO (Kg/cm ²)
IP-01	15.12	15.14	15.28	15.05	15.15	28480.00	158.04	159.87
IP-02	15.17	15.10	15.09	15.14	15.13	27910.00	155.34	
IP-03	15.20	15.10	15.08	15.17	15.14	29640.00	164.69	
IP-04	15.10	15.15	15.20	15.10	15.14	28250.00	156.97	
IP-05	15.16	15.18	15.21	15.22	15.19	29450.00	162.46	
IP-06	15.18	15.05	15.10	15.20	15.13	29090.00	161.75	

FUENTE: ELABORACIÓN PRÓPIA.

TESTIGOS CON AGREGADO SIN LAVAR

También elaboramos testigos de concreto con el cemento tipo HE, y agregado no lavado, los cuales fueron ensayados a los siete días de curado.

TABLA N° 122: RECOPIACIÓN DE DATOS DE LOS TESTIGOS CILÍNDRICOS ELABORADOS CON AGREGADO SUCIO, ENSAYADO A LOS SIETE DÍAS.

AGREGADO SUCIO											
DIMENSIONES	DIÁMETRO					DIÁMETRO PROMEDIO	ALTURA		ALTURA PROMEDIO (cm)	CONDICIÓN DE LA NORMA NTP 339.034	
	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)		H1 (cm)	H2 (cm)		H PROM (cm)	H/Ø
7 DÍAS											
A° Sucio-01	15.04	15.18	15.30	15.20	15.18	30.30	30.30	30.30	2.00	CORRECTO	
A° Sucio-02	15.12	15.10	15.14	15.20	15.14	30.50	30.40	30.45	2.01	CORRECTO	
A° Sucio-03	15.08	15.10	15.20	15.20	15.15	30.40	30.50	30.45	2.01	CORRECTO	
A° Sucio-04	15.20	15.20	15.10	15.10	15.15	30.50	30.40	30.45	2.01	CORRECTO	
A° Sucio-05	15.20	15.16	15.25	15.05	15.17	30.50	30.40	30.45	2.01	CORRECTO	
A° Sucio-06	15.20	15.15	15.20	15.10	15.16	30.50	30.40	30.45	2.01	CORRECTO	

FUENTE: ELABORACIÓN PRÓPIA.

TABLA N° 123: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS ELABORADOS CON CEMENTO AGREGADO NO LAVADO, ENSAYADO A LOS SIETE DÍAS.

AGREGADO SUCIO - 7 DÍAS								
BRIQUETA	Ø SUP. 1 (cm)	Ø SUP. 2 (cm)	Ø INF. 1 (cm)	Ø INF. 2 (cm)	Ø PROM (cm)	Q (Kg)	RC (Kg/cm ²)	RC PROMEDIO (Kg/cm ²)
A° Sucio-01	15.04	15.18	15.30	15.20	15.18	41780.00	230.85	231.47
A° Sucio-02	15.12	15.10	15.14	15.20	15.14	42730.00	237.35	
A° Sucio-03	15.08	15.10	15.20	15.20	15.15	40890.00	226.98	
A° Sucio-04	15.20	15.20	15.10	15.10	15.15	42810.00	237.48	
A° Sucio-05	15.20	15.16	15.25	15.05	15.17	41350.00	228.93	
A° Sucio-06	15.20	15.15	15.20	15.10	15.16	41030.00	227.23	

FUENTE: ELABORACIÓN PRÓPIA.

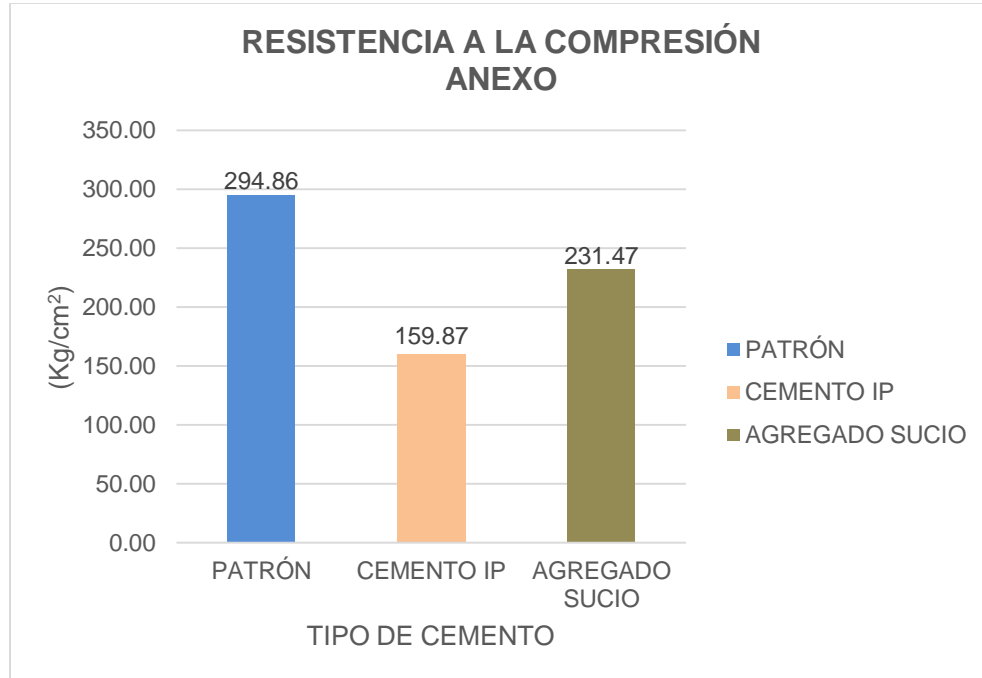
RESULTADOS DE ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

TABLA N° 124: RESUMEN DE DATOS DE LA COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS SIETE DÍAS DE CURADO DE LA MEZCLA PATRÓN VERSUS MEZCLA CON CEMENTO TIPO IP VERSUS MEZCLA CON AGREGADO SUCIO.

EDAD: 7 DÍAS		
TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	%RC
PATRÓN	294.86	100.00%
CEMENTO IP	159.87	54.22%
AGREGADO SUCIO	231.47	78.50%

FUENTE: ELABORACIÓN PRÓPIA.

FIGURA N° 110: RESUMEN DE DATOS DE LA COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS SIETE DÍAS DE CURADO DE LA MEZCLA PATRÓN VERSUS MEZCLA CON CEMENTO TIPO IP VERSUS MEZCLA CON AGREGADO SUCIO.



FUENTE: ELABORACIÓN PRÓPIA.

COSTOS DE LOS MATERIALES

En esta investigación se utilizó el cemento tipo HE marca Yura y la microfibras de polipropileno "Chema fibra ultrafina" de la marca Chema y en los estudios complementarios el cemento portland tipo IP. Para tener el alcance óptimo que buscamos en esta investigación es que a continuación se indicarán los precios de los materiales antes mencionados.

- Chema fibra ultrafina marca Chema (01 bolsa de 400gr)..... S/24.00
- Cemento Yura tipo HE (01 bolsa de 42.5Kg)..... S/25.00
- Cemento Portland tipo IP marca Yura (01 bolsa de 42.5Kg)..... S/22.50

ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

FIGURA N° 111: CERTIFICADO DE CALIDAD DEL CEMENTO
TIPO HE DE LA PRODUCCIÓN DE CEMENTO DEL MES DE
DICIEMBRE DEL AÑO 2015

CERTIFICADO DE CALIDAD




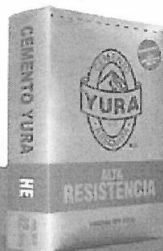
CEMENTO PORTLAND TIPO HE

	YURA	ASTM C 1157
REQUERIMIENTOS QUIMICOS:		
Oxido de Magnesio, MgO, %	2.45	No Especifica
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	2.36	No Especifica
Pérdida por ignición o al Fuego, P.F %	1.71	No Especifica
REQUERIMIENTOS FISICOS:		
Peso Específico (g/cm ³)	2.96	No Especifica
Expansión en Autoclave, %	0.00	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos		
Tiempo de Fraguado (Inicial)	163	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	203	420 Máximo
Contenido de Aire del mortero, (%)	4.35	No Especifica
Resistencia a la Compresión, MPa. (Kg-f/cm ²)		
		Mínimo:
01 día	15.41 (157)	12.00 (122)
03 días	28.38 (290)	24.00 (245)
07 días	35.66 (364)	No Especifica -
28 días	43.15 (440)	No Especifica -

Este Documento Muestra las características típicas del promedio Mensual de la producción del mes de Diciembre, asegurando que este cemento cumple con las especificaciones técnicas ASTM 1157

Arequipa, 07 de Enero del 2016


Gonzalo Alvarez Cárdenas
Jefe de Control de Calidad
Yura S.A.



Planta: Carretera Yura Km. 26 - Arequipa
Oficina comercial: Av. General Diez 527 - Arequipa
Tel.: (51 54) 495080 / 225000
www.yura.com.pe

FUENTE: EMPRESA YURA S.A.

FIGURA N° 112: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO TIPO HE

FICHA TÉCNICA



CEMENTO YURA TIPO HE ALTA RESISTENCIA INICIAL



TIPO HE - ALTA RESISTENCIA INICIAL
TYPE HE - HIGH EARLY STRENGTH

DESCRIPCIÓN

El cemento YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL, clasificado como cemento tipo HE según la norma NTP 334.082 (ASTM C 1157), es un cemento portland de última generación, elaborado bajo los más altos estándares de la industria cementera, colaborando con el cuidado del medio ambiente, debido a que en su producción se genera menor cantidad de CO₂ contribuyendo a una reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente hasta lograr un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

La composición de este producto permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad por lo que puede ser utilizado en obras de infraestructura y construcción en general.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS FÍSICOS	REQUISITOS NORMA TÉCNICA NTP 334.082 ASTM C 1157 CEMENTO TIPO HE	REQUISITOS NORMA TÉCNICA NTP 334.009 ASTM C150 CEMENTO TIPO I	CEMENTO YURA TIPO HE ALTA RESISTENCIA INICIAL *
- Superficie específica Blaine (cm ² /g)	-	2600 Mínimo	4200
- Expansión en autoclave (%)	0.80 Máximo	0.80 Máximo	- 0.03 a 0.03
- Fraguado Vitcat Inicial (minutos)	45 Mínimo	45 Mínimo	100
- Fraguado Vitcat Final (minutos)	420 Máximo	375 Máximo	250
- Contenido aire Mortero (%)	-	12 Máximo	6 Máximo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	kg-f/cm ²	MPa	kg-f/cm ²	MPa	kg-f/cm ²	MPa
1 día	122	12	-	-	133	13
3 días	244	24	122	12	259	25
7 días	-	-	194	19	332	33
28 días	-	-	-	-	420	41

EQUIVALENCIA O CARACTERÍSTICAS SIMILARES A OTROS TIPOS DE CEMENTOS

*EL CEMENTO YURA TIPO HE – ALTA RESISTENCIA INICIAL reemplaza al cemento tipo I, donde esté especificado técnicamente.

COMPARACION RESISTENCIAS
YURA HE ALTA RESISTENCIA INICIAL vs CEMENTO TIPO I



PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Díez Canseco N° 527 - Arequipa
 TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - FAX: (054) 220650
 www.yura.com.pe

VERSIÓN SETIEMBRE 2013

FUENTE: EMPRESA YURA S.A.

FICHA TÉCNICA



CEMENTO YURA TIPO HE ALTA RESISTENCIA INICIAL

PROPIEDADES

EL CEMENTO YURA TIPO HE – ALTA RESISTENCIA INICIAL, por su formulación especial, proporciona al concreto las siguientes propiedades:

- Alta resistencia inicial.
- Aumento de impermeabilidad
- Resistencia a los sulfatos
- Resistencia a los cloruros
- Menor calor de hidratación
- Inhibe la reacción nociva álcali – agregado
- Mayor plasticidad y trabajabilidad en concretos.

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor consumo energético.
- Cemento fabricado con menor emisión de CO₂.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.
- En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón
- Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:



Guantes Impermeables



Protección Ocular



Botas Impermeables



Protección Respiratoria

ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

PRESENTACIONES DISPONIBLES

- Bolsas 42.5 Kg Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
- Big Bag 1.0 TM Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
- Big Bag 1.5 TM Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
- Granel Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

EL CEMENTO YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

PAIS	NORMA		DENOMINACIÓN	
Perú	Norma Técnica Peruana	NTP 334.082	CEMENTO PORTLAND	TIPO HE
Chile	Norma Chilena Oficial	NCh 148 Of68	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO	GRADO ALTA RESISTENCIA
USA	Norma Americana	ASTM C1157	PORTLAND CEMENT	TIPO HE
Bolivia	Norma Boliviana	NB-011	CEMENTO PORTLAND CON PUZOLANA	TIPO IP 40
Ecuador	Norma Técnica Ecuatoriana	NTE INEN 2380	CEMENTO HIDRÁULICO	TIPO HE
Colombia	Norma Técnica Colombiana	NTC 121 - 321	CEMENTO PORTLAND	TIPO 1

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

VERSIÓN SETIEMBRE 2013

PLANTA: Estación Yura Km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Díez Canseco N° 527 - Arequipa
 TELÉFONO: (054) 495060 - 225000 - FAX: (054) 220650
 www.yura.com.pe

TIPO HE - ALTA RESISTENCIA INICIAL
TYPE HE - HIGH EARLY STRENGTH

FUENTE: EMPRESA YURA S.A.

**FIGURA N° 113: FICHA TÉCNICA DE LA MICROFIBRA DE
POLIPROPILENO**

CHEM MASTERS DEL PERU S.A.
Chema Fibra Ultrafina
Fibra de polipropileno para refuerzo tridimensional en morteros y
concretos, reductor de rajaduras.

Versión: Abril 2014

DESCRIPCIÓN:

Las fibras sintéticas **CHEMA FIBRA ULTRAFINA** corresponden a una nueva generación de micro fibras de polipropileno para refuerzo secundario de concreto. Nuestra tecnología única combina un diámetro ultra fino y ultra alta resistencia.

Literalmente, cientos de millones de filamentos de las Fibras Sintéticas **CHEMA FIBRA ULTRAFINA** están en un metro cúbico de concreto, creando una red tridimensional extremadamente densa en el concreto. Esta red, constituida por filamentos de alta resistencia a la tensión y alto modulo, inhiben el agrietamiento del concreto a un nivel microscópico.

La habilidad de las fibras **CHEMA FIBRA ULTRAFINA** de reducir el agrietamiento en las primeras 24 horas después de colocado el concreto, permiten una dramática reducción de la dosis recomendada, cuando se compara con otras fibras monofilamento del mercado.

Beneficios del producto:

- Excelente acabado
- Distribución uniforme en la matriz
- Virtualmente invisible en el concreto
- Cuando se mezcla según la norma de ASTM C 94, las fibras siempre están en la posición adecuada
- Reduce la formación de grietas por contracción plástica, agrietamiento plástico y grietas por asentamiento en el concreto (ICC-ES AC32) y migración de agua de exudación.
- Incrementa la resistencia al impacto (ASTM C544), la resistencia a facturación (ASTM C496) y abrasión (durabilidad de la superficie)
- Reduce la permeabilidad
- Reduce el astillamiento causado por la explosión del concreto expuesto a fuego.

RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE

Las Micro Fibras Sintéticas **CHEMA FINA ULTRAFINA** son empacadas en bolsas PRE-dosificadas, hidrosolubles y listas para usarse con el concreto, diseñadas para incorporarse a la mezcla en cualquier momento; antes, durante o después de que la mezcla del Concreto esta lista. PGI recomienda seguir los procedimientos de mezcla especificados en ASTM C 94.

DOSIS:.....0.5lbs./Yd³ (0,3 Kg./ m³) ó según recomendación del proyectista

COLOCACION Y ACABADO:

PGI recomienda seguir las prácticas usuales detalladas en ACI 302 para su colocación, acabado y curado cuando se utilizan las Micro Fibras **CHEMA FINA ULTRAFINA** para el concreto.

PGI espera que la información detallada aquí sea útil. Toda la información está basada en datos y conocimientos de las pruebas que se consideran exactas y precisas, y se ofrece al usuario para su estudio, investigación y verificación.

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente para determinar si son apropiados para un uso particular. El uso, aplicación y manejo de los productos, queda fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

**IMPORTADORA TÉCNICA INDUSTRIAL Y COMERCIAL S.A.**Av. Industrial 765, Lima 1. Teléf. (511) 336-8407 - Fax (511) 336-8408
e-mail: chema@iticosa.com web: www.iticosa.com**FUENTE: IMPORTADORA TÉCNICA INDUSTRIAL Y COMERCIAL S.A.**