

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO –2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Giancarlo Steve Plasencia Plasencia

Jorge Danko Zavaleta Peña

Asesor:

Mg. Ing. Alberto Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios

Quien con su inconmensurable sabiduría fue una guía resiliente a lo largo de mi carrera.

A mi familia

Por creer en todo momento en mi persona, incluso cuando yo mismo dudaba. Por preocuparse de mi bienestar sin importar la distancia que nos separa.

A mis padres

Don Julio Galloso Atilano y Doña Giuliana Plasencia Muñoz por estar ahí, guiando mi camino en todo momento y por el apoyo incondicional que siempre me brindaron para poder culminar esta profesión.

A mi prometida

Por tus largas y profundas palabras de aliento, por todo lo positivo que aportas a mi vida personal y profesional. Por eso y muchas más cosas te lo dedico.

A mi hermana

Valeria Galloso Plasencia por acompañarme en mis desveladas, por depositar en mí tus miedos, preocupaciones y alegrías, gracias por todo ese cariño y confianza.

A todas mis amistades

Que me brindaron sus consejos en los momentos inciertos para encontrar el camino correcto de la vida.

Giancarlo Steve Plasencia Plasencia

A Dios

Que nos da la fortaleza y nos empuja para seguir adelante, quien con su sabiduría fue un guía resiliente a lo largo de nuestra carrera. Por bendecir cada día de mi vida con la hermosa oportunidad de disfrutar con las personas que más amo.

A mis padres

Jorge Zavaleta Saona y Mirta Peña Neyra, por el amor incondicional, por ser los principales promotores de cumplir mis sueños. Gracias a ellos que depositaron su confianza en mí y en mis metas, por los valores y educación que me instruyeron, que son las bases para ser mejores profesionales.

A todas mis amistades

Por cada uno de los consejos y buenos deseos.

A todos mis conocidos

A cada de una de las personas que contribuyeron, que de algún modo aportaron para que se realice este nuevo logro

Jorge Danko Zavaleta Peña

AGRADECIMIENTO

A nuestro padre todo poderoso, Dios; quien con su infinita comprensión y misericordia nos brinda la vida y los motivos para llegar hasta aquí, que derrama todas sus bendiciones y nos ayuda a sobrepasar las vicisitudes y seguir adelante día con día, en este largo camino de superación.

A nuestros padres, quienes nos enseñaron lo básico de la vida y por aconsejarnos en todo instante.

A nuestros hermanos por habernos estimulado a culminar este trabajo de investigación.

A nuestro asesor, el Ingeniero Alberto Rubén Vásquez Díaz, quien estuvo día a día ayudándonos y derramando sus conocimientos para culminar con éxito este trabajo de investigación.

A nuestro amigo, el Ingeniero Alfonso Vega, por facilitarnos las instalaciones de su laboratorio.

A nuestro amigo, Lic. Juan Pezo Reátegui y a la Lic. Cindy E. Bardales Ramírez, por apoyarnos con sus conocimientos en estadística.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Objetivos	19
1.3.1. Objetivo general	19
1.3.2. Objetivos específicos	19
1.4. Hipótesis	20
1.4.1. Hipótesis general	20
1.4.2. Hipótesis específicas	20
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	21
2.1. Tipo de investigación	21
2.2. Población, muestra y unidad de estudio	22
2.2.1. Población	22
2.2.2. Muestra	22
2.2.3. Unidades de estudio	27
2.3. Métodos y materiales e instrumentos de recolección y análisis de datos	28
2.3.1. Métodos o técnica y materiales	28
2.3.2. Instrumentos	29
2.3.3. Materiales	29
2.3.4. Análisis de datos	30
2.4. Cuadro del procedimiento experimental:	33
2.5. Procedimiento experimental	34
2.5.1. Caracterización de los agregados	34
2.5.1.1. Contenido de Humedad (N.T.P. 339.185)	34
2.5.1.2. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y agregado grueso (N.T.P. 400.017)	35

2.5.1.2.1.	<i>Peso unitario suelto</i>	35
2.5.1.2.2.	<i>Peso unitario compactado</i>	35
2.5.1.3.	<i>Peso específico y absorción del agregado fino (N.T.P. 400.022)</i>	36
2.5.1.4.	<i>Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)</i>	37
2.5.1.5.	<i>Análisis granulométrico del agregado fino (N.T.P. 400.012)</i>	38
2.5.1.6.	<i>Análisis granulométrico del agregado grueso (N.T.P. 400.012)</i>	39
2.5.2.	<i>Diseño de mezcla</i>	39
2.5.2.1.	<i>Concreto en estado fresco</i>	40
2.5.2.1.1.	<i>Asentamiento del concreto fresco - SLUMP (A.S.T.M. C-134)</i>	40
2.5.2.1.2.	<i>Peso unitario del concreto fresco - densidad (A.S.T.M. C - 138)</i>	41
2.5.2.1.3.	<i>Temperatura de mezclas de concreto (A.S.T.M. C-1064)</i>	42
2.5.2.2.	<i>Concreto en estado endurecido</i>	42
2.5.2.2.1.	<i>Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto (A.S.T.M. C-39)</i> ...	42
2.5.2.2.2.	<i>Ensayo de fisuración</i>	43
2.6.	<i>Aspectos Éticos</i>	46
CAPÍTULO III. RESULTADOS		47
3.1.	<i>Diseño de mezcla</i>	47
3.2.	<i>Resistencia a la compresión</i>	48
3.3.	<i>Fisuración por agrietamiento</i>	52
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		56
4.1.	<i>Limitaciones</i>	56
4.2.	<i>Discusión</i>	57
4.2.1.	<i>Diseño de mezcla</i>	57
4.2.2.	<i>Resistencia a la compresión</i>	58
4.2.3.	<i>Fisuración por agrietamiento</i>	59
4.3.	<i>Conclusiones</i>	60
RECOMENDACIONES		61
REFERENCIAS		62
ANEXOS		64
ANEXO N ° 1 – Matriz de Consistencia		64
ANEXO N ° 2 – Constancia de revisión de proyecto de tesis		66
ANEXO N ° 3 – Panel fotográfico		67
ANEXO N ° 4 – Resultados de análisis descriptivo		76
ANEXO N ° 6 – Prueba de homogeneidad de Varianzas		79

<i>ANEXO N ° 7 – Análisis descriptivo ANOVA.....</i>	<i>80</i>
<i>ANEXO N ° 7 – Guías de observación</i>	<i>81</i>
<i>ANEXO N ° 8 – Caracterización de los agregados</i>	<i>102</i>
<i>ANEXO N ° 9 – Normas aplicadas a la investigación</i>	<i>114</i>
<i>ANEXO N ° 10 – Resultados de la tasa de evaporación del agua dentro de la cámara ambiental...</i>	<i>122</i>
<i>ANEXO N ° 11 – Hipótesis Específicas</i>	<i>123</i>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Distribución de la muestra de estudio</i>	22
Tabla 2.	<i>Valores de la distribución normal estandarizada</i>	23
Tabla 3.	<i>Coefficiente de variación</i>	24
Tabla 4.	<i>Repetitividad de ancho de fisura promedio de un solo operador (22 mediciones de ancho de Fisura en el panel por medición manual)</i>	25
Tabla 5	<i>Matriz de Diseño</i>	29
Tabla 6.	<i>Modelo matemático del análisis de datos ANOVA</i>	30
Tabla 7.	<i>Diseño del análisis de varianza para los ensayos de resistencia a la compresión de un concreto convencional (Probeta cilíndrica)</i>	31
Tabla 8.	<i>Diseño del análisis de varianza para los ensayos de agrietamiento por contracción plástica de un concreto convencional (Probeta rectangular)</i>	32
Tabla 9.	<i>Prueba de homogeneidad de Resistencia a la compresión y fisuración por agrietamiento</i>	32
Tabla 10.	<i>Diseño de mezcla por Kg/m³ (Volumen y peso)</i>	47
Tabla 11.	<i>Resistencia a la compresión promedio (en función concreto convencional)</i>	48
Tabla 12..	<i>Análisis de la varianza de la Resistencia a la compresión</i>	50
Tabla 13.	<i>Análisis de la varianza de la Resistencia a la compresión</i>	50
Tabla 14.	<i>Análisis de comparaciones múltiples</i>	51
Tabla 15	<i>CRR en función al ancho promedio de fisura</i>	52
Tabla 16.	<i>Valores de regresión lineal de Ancho de fisura por agrietamiento</i>	54
Tabla 17.	<i>Análisis de la varianza de la Fisuración por agrietamiento</i>	54
Tabla 18.	<i>Análisis de comparaciones múltiples de Fisuración</i>	55
Tabla 19.	<i>Resistencia a la compresión promedio</i>	58
Tabla 21.	<i>Estadística descriptiva sin fibras</i>	76
Tabla 22.	<i>Estadística descriptiva 300 gr/m³</i>	76
Tabla 23.	<i>Estadística descriptiva 600 gr/m³</i>	77
Tabla 24.	<i>Estadística descriptiva 900 gr/m³</i>	77
Tabla 25.	<i>Estadística descriptiva 1 200 gr/m³</i>	78
Tabla 26.	<i>Prueba de homogeneidad de varianzas (Resistencia de compresión)</i>	79
Tabla 27.	<i>Prueba de homogeneidad de Varianzas (Fisuración por agrietamiento)</i>	79
Tabla 28.	<i>Estadística descriptiva ANOVA</i>	80

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	<i>21Diseño de investigación experimental</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2.</i>	<i>28La cámara ambiental</i>	<i>28</i>
<i>Figura 3.</i>	<i>Cuadro del procedimiento experimental</i>	<i>33</i>
<i>Figura 4.</i>	<i>Planta y Elevación de Molde de fisuración</i>	<i>44</i>
<i>Figura 5.</i>	<i>Elevación y detalles de las restricciones o elevadores del Molde de fisuración</i>	<i>44</i>
<i>Figura 6.</i>	<i>Representación del diseño de mezcla por Peso (Kg/m³)</i>	<i>48</i>
<i>Figura 7.</i>	<i>Representación del diseño de mezcla por Peso (Kg/m³)</i>	<i>48</i>
<i>Figura 8.</i>	<i>Regresión lineal del promedio de la resistencia a la compresión (%).....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 9</i>	<i>Testigo de concreto con fibras de polipropileno con dosificación de 1200 gr/m³ sometido al ensayo de resistencia a la compresión.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 10.</i>	<i>Regresión lineal promedio de ancho de fisura por agrietamiento (%)</i>	<i>52</i>
<i>Figura 11:</i>	<i>Probeta rectangular de concreto sin adición de fibras de polipropileno.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 12:</i>	<i>Probeta rectangular de concreto con fibras de polipropileno con</i>	<i>53</i>
<i>Figura 13.</i>	<i>Curva granulométrica Agregado Fino</i>	<i>107</i>
<i>Figura 14.</i>	<i>Curva granulométrica Agregado Fino</i>	<i>113</i>

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. “Ecuación para muestras infinitas – cuantitativas”</i>	23
<i>Ecuación 2. “Ecuación para número de testigos cilíndricos”</i>	24
<i>Ecuación 3. “Ecuación para número de testigos rectangulares”</i>	26
<i>Ecuación 4. “Ecuación de contenido de humedad de los agregados fino y grueso”</i>	34
<i>Ecuación 5. “Ecuación de peso unitario suelto del agregado fino y grueso”</i>	35
<i>Ecuación 6. “Ecuación de peso unitario compactado del agregado fino y grueso”</i>	36
<i>Ecuación 7. “Ecuación de peso específico del agregado fino, densidad seca”</i>	37
<i>Ecuación 8. “Absorción del agregado fino”</i>	37
<i>Ecuación 9. “Ecuación de peso específico del agregado grueso, densidad seca”</i>	37
<i>Ecuación 10. “Ecuación de absorción del agregado grueso”</i>	38
<i>Ecuación 11. “Ecuación para obtener el módulo de finura del agregado fino”</i>	38
<i>Ecuación 12. “Ecuación de peso unitario del concreto fresco”</i>	41
<i>Ecuación 13. “Ecuación de resistencia a la compresión de testigos de concreto endurecido”</i>	43

RESUMEN

La presente tesis tiene como principal evaluar la influencia de las fibras de polipropileno en el agrietamiento por contracción plástica del concreto, bajo condiciones críticas de evaporación, a realizarse en la ciudad de Trujillo.

La investigación se basó principalmente en analizar diferentes diseños de mezcla para un concreto patrón y con las siguientes dosificaciones de fibra de polipropileno: 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ y 1200 gr/m³; para luego evaluar sus efectos en su resistencia a compresión y fisuración comparando estos resultados con la muestra patrón.

Los resultados obtenidos del ensayo a compresión, fisuración y agrietamiento de las probetas, nos dio valores que superan lo establecido que indica la normativa ASTM C1579, por lo tanto, las fibras de polipropileno reducen el agrietamiento por contracción plástica del concreto, bajo condiciones críticas de evaporación.

Finalmente, podemos dar como conclusión que, el comportamiento del concreto en su resistencia a la compresión pasa holgadamente el mínimo por el cual fue diseñado, y por lo que también podemos concluir que mientras más adición de la fibra de polipropileno la resistencia a la compresión fue bajando.

Palabras claves: Fibra de polipropileno, compresión, fisuración, agrietamiento.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Desde que en 1824, James Parker y Joseph Aspdin obtienen la patente del “cemento Pórtland”, por calcinación de nódulos de caliza arcillosa; el cual se empezó a usar en la fabricación de concreto, a la fecha, se han ido usando en nuevos tipos del mismo de acuerdo a las necesidades y requerimientos: como ambiente, humedad, resistencia, etc.; como heladas, calor extremo, deformaciones o deslizamientos de encofrados; lo cual ha generado una mayor tendencia a la aparición de fisuras a temprana edad, especialmente en losas de techo y pavimentos. Asimismo, desde épocas remotas se han empleado fibras naturales para mejorar las propiedades de las mezclas usadas en los elementos estructurales, hasta que se inventaron las fibras artificiales hacia finales del siglo XIX. Asimismo; dicho autor, afirma que, a partir de 1935 con la invención del nylon, y debido a su alta resistencia como los bajos costos para su producción, que se incrementa su incorporación en dichas mezclas. (Blanco, 2008)

Por otro lado, la aparición de fisuras en el concreto; tanto en el estado plástico, como en el estado endurecido, siempre fue uno de los problemas más comunes en la construcción, tanto a nivel mundial como en el Perú.

Según (ACI 224.1R-93), referido por (Valero, 2014), en el caso del concreto en estado plástico, dentro de las horas que siguen a la colocación, mientras la pasta de cemento es aún plástica y el endurecimiento no ha comenzado, la evaporación de agua causa retracción. Si esta retracción excede la capacidad de deformación de la superficie del hormigón, ésta puede fisurarse. El período de más peligro es entre 2 a 4 horas, cuando la exudación recién ha terminado y comienza la retracción. La fisuración por retracción plástica ocurre normalmente en losas y pavimentos con un patrón aleatorio o diagonal, pero, ocasionalmente siguiendo la forma de las barras de refuerzo (si lo hubiese). En este último caso es altamente probable una combinación del fenómeno de retracción y asentamiento plástico. El fenómeno de la

retracción plástica es más común en grandes superficies horizontales de hormigón fresco, como losas y pavimentos. En el caso de losas ocurre la fisuración a muy temprana edad, y penetra aproximadamente 12 a 25 mm. Sin embargo, en algunas ocasiones pueden atravesar completamente el espesor de losas delgadas. Las grietas son generalmente de 1 a 2 mm de ancho, pero también pueden ser más delgadas. Sus longitudes pueden variar desde algunos centímetros hasta, aproximadamente, un metro.

Salgado (2010) analizó las causas que generaron la aparición de fisuras en la losa del proyecto Acceso Sur, en su tramo soterrado, proyecto que reúne dos características importantes, la primera es una no despreciable longitud continua de losa de hormigón armado y la segunda, y más importante aún, es la no incorporación de juntas de expansión, confirma que la no incorporación de juntas de expansión no es la causa principal del fisuramiento de la losa proyectada para el tramo soterrado del proyecto Acceso Sur.

Chacón (2014), definió los tipos de fibras, que pueden ser utilizados al momento de construir un pavimento de hormigón, tales como, fibras sintéticas (generalmente de polipropileno) y fibras metálicas (generalmente de acero). Las fibras son elementos delgados y alargados, naturales o artificiales, que se adicionan en la mezcla del hormigón como un refuerzo, para evitar los agrietamientos que tienden a producirse por contracción en el proceso de fraguado y endurecimiento, además por cambios de temperatura, así como para mejorar algunas de sus propiedades como son: su impermeabilidad, su resistencia a los impactos y a la abrasión, su resistencia a la flexión, su resistencia al corte y su durabilidad. Hay básicamente 2 tipos de fibras para el hormigón, las de acero y las sintéticas. Las más adecuadas para el hormigón son las fibras de acero, ya que le confieren alta deformación en las sollicitaciones de flexión y mejores resistencias al impacto; sin embargo, en pavimentos el uso de fibra sintética es más utilizada. Las fibras sintéticas, mayoritariamente de polipropileno, son adecuadas en morteros y revestimientos de capas delgadas, ya que disminuyen significativamente la tendencia a la fisuración por retracción plástica. Los dos tipos de fibras, no

contribuyen a la resistencia a la compresión y no reemplazan a la armadura tradicional.

Manzano (2014), brindó una herramienta de estudio para comprender de mejor manera el comportamiento de los concretos adicionados con fibras y como estos pueden ser una solución para controlar los fenómenos dañinos asociados a la contracción del concreto. La utilización de fibras en el interior de la matriz de concreto tiene como finalidad la formación de un material compuesto en el que un material diferente a los agregados este disperso en una matriz de pasta de cemento hidratada, creando un agente de refuerzo formando por un material fibroso de distinta naturaleza. Las fibras homogéneamente distribuidas dentro de una mezcla constituyen una micro armadura la cual, por un lado, ha demostrado ser eficiente en la reducción de fenómenos de fisuración por retracción y por otro, confiere a la mezcla de concreto una mayor ductilidad. A pesar de estos avances uno de los problemas más comunes que se deben afrontar en la construcción con concreto es la aparición de fisuras causadas por la contracción plástica.

Henríquez (2011), analizó que la fisuración en las estructuras es muy común ya que el concreto tiene como origen la naturaleza del material, el cual se fabrica y se coloca en estado plástico fluido con un contenido de agua del 20% en promedio de la masa del concreto, donde parte de esa agua se consume en la hidratación del cemento y otra parte se debe evaporar produciendo una contracción de volumen el cual, al estar parcialmente restringida por las condiciones de bordo (encofrados y otros apoyos) produce fisuras en el material.

Cruz (2019), estudió la estructura de Pretratamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas San Martin en el departamento de Piura, donde se presentó la anomalía en el concreto como son las fisuras. Se efectuó una inspección minuciosa teniendo la finalidad de identificar las fisuras en la Pretratamiento donde se procedió a marcar para su posterior reparación. El procedimiento de reparación de dicha anomalía se aplicó

adherentes como la resina epóxica como es el Sikadur-32, los morteros reparadores Sika Rep-500 y Sika Grout-212 que se propusieron como las mejores opciones para reparar dichas fisuras. Finalmente se realizaron todas las pruebas de estanqueidad en la estructura de Pretratamiento para demostrar que los métodos de reparación del concreto que se aplicaron solucionaban dichas fisuras que se encontraron en la estructura.

Gutiérrez (2017), indagó la variación de la temperatura y su influencia en la fisuración de concretos masivos, los criterios de aplicación de la tecnología y el control en obra para minimizar la aparición de fisuras, para ello se desarrolla el fundamento teórico, donde se muestran las características del concreto masivo, sus componentes y su influencia en la generación de calor, el comportamiento térmico del concreto masivo, y los factores que influyen este comportamiento. Además, se desarrolla la importancia de controlar la temperatura antes y después de la colocación del concreto y los diferentes métodos para poder controlar la temperatura. Posteriormente, se muestra la información de dos estructuras analizadas, su proceso constructivo y las medidas de enfriamiento que se ejecutaron, además se estima la temperatura inicial de colocación y usando el ACI 207.2R se estima la temperatura máxima teórica a la que el concreto masivo llegará. Se analiza la información que se obtuvo en campo como la temperatura inicial de colocación, la variación de temperatura que se genera en la estructura en su proceso de endurecimiento (Con la instalación de sistemas de medición que se colocaron a 3 diferentes profundidades), esta información se complementa con los ensayos de resistencia a compresión y la evaluación de fisuras que se generaron para cada estructura. Finalmente, se realiza una comparación entre la información obtenida y la estimación teórica del método ACI 207.2R. De la información de campo se observa que para una temperatura máxima del concreto de 69°C se presenta fisuras y la cantidad de fisuras aumenta al incrementar la temperatura máxima a la que llega el concreto masivo, presentándose una tendencia a la fisuración del concreto masivo con el incremento de temperatura máxima del concreto, que servirá para poder estimar y aplicar estos procedimientos en el diseño, y durante el proceso

constructivo para evitar las fisuras, y los costos de reparación que se generarían.

Armas (2016), estudió experimentalmente los efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas (asentamiento, contenido de aire, peso unitario, temperatura y potencial de fisuración) y mecánicas (compresión y flexión) del concreto hidráulico en la región Lambayeque, mediante adiciones de fibra en dosis de 0, 200, 300 y 400 gr/m³ de concreto de resistencias a la compresión de 175, 210 y 280 kg/cm². Se utilizó agregado fino y grueso (piedra de ½ pulg.) de las canteras La Victoria y Tres Tomas, respectivamente, Cemento Portland Tipo MS, fibra de Polipropileno, aditivo curador y aditivo superplastificante. Se concluye que una dosis de fibra de polipropileno de 400 gr/m³ de concreto logra reducir el potencial de fisuración en condiciones reales hasta en un 90%, demostrándose que esta dosis causa los siguientes efectos respecto a sus propiedades plásticas, reduce el asentamiento hasta en un 50%, el contenido de aire lo disminuyó hasta en un 25%, no altera la temperatura y el peso unitario del concreto fresco. Mientras que respecto a sus propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión las incrementa aproximadamente en un 3% y 14% a la edad de 28 días, respectivamente.

La investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo - Perú, en la cual se analizó la influencia del aditivo Plastiment TM 31 y TM 12 sobre la fisuración del concreto premezclado durante su proceso de fraguado. Para ello se diseñaron dosificaciones de mezcla, con diferentes porcentajes de aditivo y relación agua cemento en función de la mezcla comúnmente utilizada en el vaciado de losas y techos ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$). El propósito del estudio es evaluar si el contenido en exceso de los aditivos o del cemento producen la fisuración del concreto premezclado. Se evaluaron diferentes especímenes para estudiar la fisuración en moldes tipo anillo y panel rectangular, además se determinaron las propiedades físicas para cada dosificación, tanto en su estado fresco como endurecido, de esta manera se sugiere una dosificación óptima para la adición de aditivos reductores de agua y retardantes de fragua,

utilizados en el concreto. (Castillo, 2019)

Cuenca y Solorzano (2018), evaluó el efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia del concreto. Para ello el estudio se inició mediante el análisis de las propiedades granulométricas de los agregados verificando que estos cumplan con las normas vigentes, con los resultados de laboratorio se realizó el diseño de mezclas patrón con resistencia característica a la compresión de 210 Kg/cm^2 , al que se añadió proporciones de 10%, 15% y 20% de fibras de acero y polipropileno. Para el estudio se empleó agregado fino y grueso (piedra de 1/2 pulg.) provenientes de la cantera Transportes y agregados Maconsa EIRL (cantera tripa), Cemento Portland Tipo ICo, fibras de acero (Sika Fiber CHO 65/35 NB) y fibras de polipropileno (Sika Fiber PE). Se realizaron 48 especímenes (vigas de concreto) distribuidos en tres grupos experimentales y un grupo control, los cuales fueron puestos a prueba de resistencia a flexión después de 14 y 28 días de curado. La resistencia a la flexión logró valores máximos a los 28 días obteniendo 30.1 kg/cm^2 para el concreto patrón y 32.5 kg/cm^2 para el concreto con 20% de fibra de acero y polipropileno. Las fibras empleadas en la investigación demostraron ser un excelente agregado para ser empleados en las mezclas de concreto debido a que mejoran significativamente sus características físicas y mecánicas. Los resultados obtenidos demostraron que el concreto fibroreforzados con proporción de 20% logró un aumento de la resistencia en 7.7% respecto al concreto patrón, llegando a la conclusión que un concreto con adición de fibras de acero y polipropileno tiene un mejor comportamiento a comparación de un concreto convencional.

Mendo y Rojas (2017), realizó en base a ensayos de laboratorio, utilizando una maquina universal de carga artesanal no reglamentada, un deformímetro con precisión $0.0001''$, una gata hidráulica de 2 Toneladas y la elaboración de cuatro vigas rectangulares de concreto simple, las cuales fueros sometidas a la aplicación de cargas repetitivas generando fatiga en el material. El ensayo de laboratorio antes mencionado se desarrolló sometiendo a las vigas rectangulares de concreto simple a un proceso de fatiga, el cual fue

controlado con la finalidad de que los esfuerzos de tensión generadas por la carga aplicada, proveniente de una gata hidráulica, no superen la resistencia máxima de tracción por flexión y así evitar rebasar el rango elástico. En esta investigación se explica la manera en la que afecta la aplicación de una carga repetida a un elemento de concreto y la influencia que tienen las fibras de polipropileno para controlar la micro fisuración del material. Se destaca que la aplicación de 1000gr/m^3 de fibras de polipropileno en la preparación de concreto con relación agua-cemento aumenta en 0.40, el número de ciclos aumentó en un 32% con respecto a un concreto sin fibras de polipropileno y hace que la resistencia del concreto a la fatiga se incremente, y para un concreto con relación agua-cemento 0.50 a los 28 días de curado, el número de ciclos hasta llegar a la fisuración aumentó en un 29.40% con respecto al mismo concreto sin fibras de polipropileno.

Se hace mención, para terminar; que el presente estudio quiere dar a conocer el uso de la fibra de polipropileno como componente adicional en el concreto en la prevención del fisuramiento por contracción plástica; en futuras investigaciones similares que permitan nuevas tecnologías en las obras de construcción, así como, el aumento de la eficiencia en los materiales de construcción.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye las fibras de polipropileno en el agrietamiento por contracción plástica del concreto, bajo condiciones críticas de evaporación?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia de las fibras de polipropileno en el agrietamiento por contracción plástica del concreto, bajo condiciones críticas de evaporación.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Formular diseño de mezcla para un concreto patrón y con las siguientes dosificaciones de fibra de polipropileno: 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ y 1200 gr/m³.
- Realizar ensayos de resistencia a la compresión a 28 días con las diferentes mezclas de concreto, concreto patrón y con inclusión de fibras de polipropileno con dosificaciones de 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ y 1200 gr/m³.
- Elaborar ensayos de fisuración por agrietamiento por contracción plástica en el concreto, conforme a la norma ASTM C1579.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- Con la adición de las fibras de polipropileno reducirá el agrietamiento por contracción plástica en el concreto, tomando en cuenta la normativa ASTM C1579.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Con el empleo de las siguientes dosificaciones de fibra de polipropileno: 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ y 1200 gr/m³ reducirá el agrietamiento por contracción plástica en el concreto.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

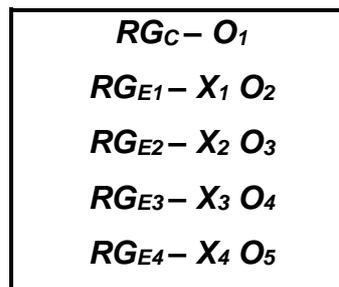
2.1. Tipo de investigación

Por su naturaleza la investigación es aplicada de tipo explicativo, con el que se orienta a mejorar el desempeño del concreto y de su resistencia a la compresión y al agrietamiento por contracción plástica a partir de las fibras de polipropileno como elemento de adición al concreto.

El diseño de la investigación es experimental, debido a que se pretende que una variable (variable independiente) modifique a la otra (variable dependiente). El diseño de la investigación es experimental puro de más de dos grupos; y que, se puede manipular uno o varios tipos de fibras actualmente existentes en el mercado para observar las variaciones en el agrietamiento por contracción plástica del concreto.

Figura 1.

Diseño de investigación experimental



Dónde:

R: Asignación al azar o aleatoria.

G_C: Mezcla de concreto sin fibra de polipropileno.

G_{E1}: Mezcla de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 300 gr/m^3 de fibra de PP.

G_{E2}: Mezcla de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 600 gr/m^3 de fibra de PP.

G_{E3}: Mezcla de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 900 gr/m^3 de fibra de PP.

G_{E4}: Mezcla de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de $1\,200 \text{ gr/m}^3$ de fibra de PP.

X₁: Estímulo de intensidad 300 gr/m^3 .

X₂: Estímulo de intensidad 600 gr/m^3 .

X₃: Estímulo de intensidad 900 gr/m^3 .

X₄: Estímulo de intensidad $1\,200 \text{ gr/m}^3$.

-: Ausencia de fibra de polipropileno.

O₁, O₂, O₃, O₄, O₅: Medición de las propiedades mecánicas, agrietamiento del concreto.

2.2. Población, muestra y unidad de estudio

2.2.1. Población

La población son todas las probetas rectangulares y cilíndricas de concreto reforzadas con las fibras de polipropilenos SIKAFIBER.

2.2.2. Muestra

El método que se realizará será por muestreo estratificado; ya que, la población se sub divide en sub grupos o estratos. Estos estratos están orientados la proporción de fibra de polipropileno y tipo de ensayo (ASTM C1579 y ASTM C39). Para proyectar el tamaño de la muestra, se usará el manual de estadística de la Universidad Privada del Norte (2014), que considera variables cuantitativas y/o cualitativas, además de, poblaciones infinitas:

Tabla 1.
Distribución de la muestra de estudio

	Tratamientos	Grupos	Testigos cilíndricos	Testigo Rectangulares	
			28 días de edad	Grupos	28 días de edad
1	Sin fibras	AN	14	AM	04
2	300 gr/m ³	BN	14	BM	04
3	600 gr/m ³	CN	14	CM	04
4	900 gr/m ³	DN	14	DM	04
5	1200 gr/m ³	EN	14	EM	04
		Total	70	Total	20

Siendo el procedimiento a seguir para determinar las cantidades del tamaño del muestro a seguir.

Ecuación 1. "Ecuación para muestras infinitas – cuantitativas"

$$n_0 = \frac{Z^2 * S^2}{E^2}$$

Fuente: Manual de estadística UPN 2014

Dónde:

- Z = es el valor de la distribución normal estandarizada para un nivel de confianza fijado por el investigador.
- S = Desviación estándar de la variable fundamental del estudio o de interés para el investigador. Obtenida por estudios anteriores, muestra piloto, criterio de experto o distribución de la variable de interés.
- E = Error del muestreo en % del estimador o en absoluto (unidades). Fijada por el investigador.
- n_0 = Tamaño de la muestra
- Para el ensayo de resistencia a la compresión se tomaron en cuenta las siguientes tablas orientadas estadísticamente para determinar la muestra:

Tabla 2.

Valores de la distribución normal estandarizada

Nivel de Confianza(1- α)	Nivel de significancia (α)	Valor z (Unilateral)	Valor z (Bilateral)
90%=0.90	10% = 0.10	1.282	1.645
91%=0.91	9% = 0.09	1.341	1.695
92%=0.92	8% = 0.08	1.405	1.751
93%=0.93	7% = 0.07	1.476	1.812
94%=0.94	6% = 0.06	1.555	1.881
95%=0.95	5% = 0.05	1.645	1.960
96%=0.96	4% = 0.04	1.751	2.054
97%=0.97	3% = 0.03	1.881	2.170
98%=0.98	2% = 0.02	2.054	2.326
99%=0.99	1% = 0.01	2.326	2.576

Tabla 3.

Coefficiente de variación

	Coeficiente de variación	Rango aceptable de	
		2 Cil	3 Cil
<i>Cil. de 150 mm X 300 mm.</i>			
<i>Condición de Obra</i>	2.4 %	6.6 %	7.8%
<i>Condición de Laboratorio</i>	2.9 %	8.0 %	9.5%
<i>Cil. de 100 mm X 200 mm.</i>			
<i>Condición de Laboratorio</i>	3.2%	9.0 %	10.6%

Nota: Tabla encontrada en la Norma Técnica Peruana 339.034, que a su vez fue sacada de la ASTM C31.

- De aquellas tablas se tomarán algunos valores, y al reemplazar en la “Ecuación 1” nos da:

Ecuación 2. “Ecuación para número de testigos cilíndricos”

$$n_0 \geq \frac{Z^2 * S^2}{E^2} = \frac{(1.96)^2 * (19.95)^2}{(10.5)^2}$$

$$n_0 \geq 13.86 \cong 14$$

Dónde:

- ✓ n_0 = Número de testigos en el estrato.
- ✓ Z = Valor de la distribución normal estandarizada. Bilateral.
- ✓ S = Valor de la Desviación estándar (Valor tomado según norma NTP 339.034).
- ✓ E = Precisión (error máximo tolerable en la estimación del parámetro).
- Z= Se tomó de la “Tabla 2” el valor de la distribución normal estandarizada, bilateral; con el 95% de confiabilidad. Ese valor es de 1.96.

- $S = 19.95 \text{ Kg/cm}^2$, esta cifra se ha obtenido, al tomar el valor de precisión que se especifica en la Norma Técnica Peruana (NTP 339.034), 9.5% de la resistencia a la compresión. La resistencia a la compresión propuesta por los investigadores es de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- $E = 10.5 \text{ Kg/cm}^2$, este valor se obtiene del 5% de la resistencia a la compresión.
- Según la norma NTP 339.034 la cantidad mínima de réplicas para la evaluación del ensayo de resistencia a compresión del concreto en probetas cilíndricas de 4" x 8" es de 3 réplicas, por ello, se tomará el valor de la muestra calculada y para una mejor certificación del ensayo en mención, se elaborarán 14 réplicas.
- Para el ensayo de fisuración en el concreto (ASTM C1579) se tomaron en cuenta la siguiente tabla orientada estadísticamente para determinar su muestreo muestra:

Tabla 4.

Repetitividad de ancho de fisura promedio de un solo operador (22 mediciones de ancho de Fisura en el panel por medición manual)

Identificación de la mezcla	Volumen de la Fibra	Numero de paneles	Promedio de Ancho de Fisura (mm.)	Desviación Estándar del Promedio de Ancho Fisura (mm.)
A	0 % Fibra	6	0.67	0.04
B	0.05 % Fibra	4	0.44	0.05
C	0.10 % Fibra	4	0.33	0.05
D	0.15 % Fibra	4	0.08	0.04
E	0.20 % Fibra	2	0.03	0.02

Fuente: Método de prueba estándar para la Evaluación del agrietamiento por contracción plástica de la fibra contenida en el concreto armado (ASTM C1579) Asimismo, en el Subtítulo 10 de dicha norma (ASTM C1579)

hace referencia la precisión y parcialidad, en la que dice:
“Cuando 3 paneles fueron usados para determinar el Ratio de

Reducción de Agrietamiento (CRR por sus siglas en inglés), el valor del operador único de la desviación estándar fue del 4.6%”.

- De aquellas tablas se tomarán algunos valores, y al reemplazar en la “Ecuación 1” nos da:

Ecuación 3. “Ecuación para número de testigos rectangulares”

$$n_0 \geq \frac{Z^2 * S^2}{E^2} = \frac{(1.96)^2 * (0.0308)^2}{(0.0335)^2}$$

$$n_0 \geq 3.25 \cong 4$$

Dónde:

- ✓ n_0 = Número de testigos en el estrato.
 - ✓ Z = Valor de la distribución normal estandarizada, Bilateral.
 - ✓ S = Valor de la Desviación estándar (Valor tomado según norma ASTM C1579).
 - ✓ E = Precisión (error máximo tolerable en la estimación del parámetro).
- Z = Se tomó de la “Tabla 3” el valor de la distribución normal estandarizada, bilateral; con el 95% de confiabilidad. Ese valor es de 1.96.
 - S = 0.03082 mm, esta cifra se ha obtenido, al tomar el valor de precisión que se especifica en la norma ASTM C1579, 4.6% del ancho de fisura promedio en los paneles. El ancho de fisura promedio también aparece en la misma tabla, Tabla 4, la cual es de 0.67 mm.
 - E = 0.0335 mm, este valor se obtiene del 5% de la del promedio de ancho de fisura, el valor del promedio de ancho de fisura es de 0.67 mm.

Según la norma ASTM C1579, en el subtítulo 10 “Precisión

y Parcialidad” hace referencia que fueron tomados 3 réplicas por panel, por ello, una mejor autenticidad de los resultados a mostrar se tomará el valor de la muestra calculada, se elaborarán 4 réplicas.

Por tanto, se conformarán 70 probetas cilíndricas cuya finalidad es evaluar su resistencia a la compresión en el concreto, para ello se elaborarán 14 réplicas por muestra, las cuales serán ensayadas a la edad de 28 días; además, se conformará 20 probetas rectangulares usadas para evaluar el agrietamiento por contracción plástica, por muestra se propone elaborar 4 réplicas; por ello se conformará 20 probetas rectangulares.

2.2.3. Unidades de estudio

Con cada uno de los tratamientos se elaboraron 14 especímenes cilíndrico en los ensayos de compresión y 04 rectangulares en los ensayos de agrietamiento.

2.3. Métodos y materiales e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Métodos o técnica y materiales

La técnica empleada fue la experimentación, la cual permitió recolectar los datos de los ensayos a través de la percepción, en estas condiciones que se puedan comparar y utilizar. Se desarrollaron conforme a la norma (ASTM C1579, 2019).

- a. Para los ensayos de la fisuración en condiciones críticas para la evaporación del agua posibles en el concreto; tales son; alta temperatura, poca humedad y altas velocidades del viento. Todas estas características serán simuladas dentro de la “cámara ambiental” (Figura 2).

Figura 2.

La cámara ambiental



Se conformarán 70 probetas cilíndricas cuya finalidad es evaluarla resistencia a la compresión del concreto a estudiar, para ello se elaborarán 5 réplicas por muestra, las cuales serán ensayadas a la edad de 28 días; además, se conformará 20 probetas rectangulares usada en el agrietamiento por contracción plástica, por muestra se propone elaborar 4 réplicas.

Tabla 5

Matriz de Diseño

Cantidad de fibra de polipropileno (gr/m ³)	N	M
A	AN	AM
B	BN	BM
C	CN	CM
D	DN	DM
E	EN	EM

Dónde:

N: Resistencia a la compresión

M: Agrietamiento por contracción plástica

A: 0 gr/m³ B: 300 gr/m³ C: 600 gr/m³ D: 900 gr/m³ E: 1200 gr/m³

2.3.2. Instrumentos

Se empleó la guía de observación elaborada a partir de los protocolos de laboratorio que permitió registrar con mayor precisión las características y/o propiedades de las unidades de estudio.

2.3.3. Materiales

Los materiales empleados para la elaboración de los especímenes representativos a estudiar son: agregado fino y agregado grueso con TMN ³/₄” los cuales fueron extraídos y transportados al laboratorio desde la cantera “QUEBRADA EL LEON” ubicada a los alrededores del C.P. El Milagro del distrito de Huanchaco.

El cemento que se empleo fue el Portland Extraforte Ico que viene en una presentación de 42.5 Kg. y se puede encontrar en cualquier ferretería local; asimismo, las fibras de polipropileno empleadas en la presente investigación fue SIKAFIBER.

2.3.4. Análisis de datos

En el análisis de los datos se empleó la estadística descriptiva y para obtener los resultados de la dispersión de los datos (media, desviación, varianza); ya que, a partir de la información empírica proporcionada por la muestra, se podrá inducir el comportamiento de la población teniendo un riesgo de error mínimo measurable en términos probabilísticos.

En el análisis inferencial para la comprobación de las hipótesis se empleó el análisis de la varianza (ANOVA) a nivel de 5% de significancia. El ANOVA está representado a través del modelo matemático:

Tabla 6.

Modelo matemático del análisis de datos ANOVA

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F
Entre grupos	$SS_{Factores}$	$t - 1$	$T = \frac{SS_{Factores}}{t - 1}$	$F = \frac{T}{E}$
Dentro de grupos	SS_{Error}	$N - t$	$E = \frac{SS_{Error}}{N - t}$	
Total	SS_{Total}	$N - 1$		

Fuente: IBM SPSS Statistics 25

Los valores esperados se expresaron con los siguientes enunciados:

$H_0: \mu_{jk} - \mu_{jk} = \mu_{jk} - \mu_{jk} \rightarrow$ No existe diferencia entre las medias

$H_1: \mu_{jk} - \mu_{jk} \neq \mu_{jk} - \mu_{jk} \rightarrow$ Al menos dos medias son distintas.

Regla de decisión: Rechazar H_0 si el estadístico F cae en la zona crítica. Mantener H_0 en caso contrario.

Tabla 7.

Diseño del análisis de varianza para los ensayos de resistencia a la compresión de un concreto convencional (Probeta cilíndrica)

Factor A: Concreto convencional sin fibra					
Factor B: Concreto convencional con 300 gr/m ³					
Factor C: Concreto convencional con 600 gr/m ³					
Factor D: Concreto convencional con 900 gr/m ³					
Factor E: Concreto convencional con 1200 gr/m ³					
Tratamientos: 70	A ₁ N ₁	B ₁ N ₁	C ₁ N ₁	D ₁ N ₁	E ₁ N ₁
	A ₂ N ₂	B ₂ N ₂	C ₂ N ₂	D ₂ N ₂	E ₂ N ₂
	A ₃ N ₃	B ₃ N ₃	C ₃ N ₃	D ₃ N ₃	E ₃ N ₃
	A ₄ N ₄	B ₄ N ₄	C ₄ N ₄	D ₄ N ₄	E ₄ N ₄
	A ₅ N ₅	B ₅ N ₅	C ₅ N ₅	D ₅ N ₅	E ₅ N ₅
	A ₆ N ₆	B ₆ N ₆	C ₆ N ₆	D ₆ N ₆	E ₆ N ₆
	A ₇ N ₇	B ₇ N ₇	C ₇ N ₇	D ₇ N ₇	E ₇ N ₇
	A ₈ N ₈	B ₈ N ₈	C ₈ N ₈	D ₈ N ₈	E ₈ N ₈
	A ₉ N ₉	B ₉ N ₉	C ₉ N ₉	D ₉ N ₉	E ₉ N ₉
	A ₁₀ N ₁₀	B ₁₀ N ₁₀	C ₁₀ N ₁₀	D ₁₀ N ₁₀	E ₁₀ N ₁₀
	A ₁₁ N ₁₁	B ₁₁ N ₁₁	C ₁₁ N ₁₁	D ₁₁ N ₁₁	E ₁₁ N ₁₁
	A ₁₂ N ₁₂	B ₁₂ N ₁₂	C ₁₂ N ₁₂	D ₁₂ N ₁₂	E ₁₂ N ₁₂
	A ₁₃ N ₁₃	B ₁₃ N ₁₃	C ₁₃ N ₁₃	D ₁₃ N ₁₃	E ₁₃ N ₁₃
	A ₁₄ N ₁₄	B ₁₄ N ₁₄	C ₁₄ N ₁₄	D ₁₄ N ₁₄	E ₁₄ N ₁₄

Repeticiones = 14

*Unidades experimentales = 14 * 5 = 70*

Cada unidad experimental = 1 muestra

Tabla 8.

Diseño del análisis de varianza para los ensayos de agrietamiento por contracción plástica de un concreto convencional (Probeta rectangular)

Factor A: Concreto convencional sin fibra						
Factor B: Concreto convencional con 300 gr/m ³						
Factor C: Concreto convencional con 600 gr/m ³						
Factor D: Concreto convencional con 900 gr/m ³						
Factor E: Concreto convencional con 1200 gr/m ³						
Tratamientos: 20	}	A ₁ M ₁	B ₁ M ₁	C ₁ M ₁	D ₁ M ₁	E ₁ M ₁
		A ₂ M ₂	B ₂ M ₂	C ₂ M ₂	D ₂ M ₂	E ₂ M ₂
		A ₃ M ₃	B ₃ M ₃	C ₃ M ₃	D ₃ M ₃	E ₃ M ₃
		A ₄ M ₄	B ₄ M ₄	C ₄ M ₄	D ₄ M ₄	E ₄ M ₄

Repeticiones = 4

Unidades experimentales = 4 * 5 = 20

Cada unidad experimental = 1 muestra

Tabla 9.

Prueba de homogeneidad de Resistencia a la compresión y fisuración por agrietamiento

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión	2,980	4	65	,025
Fisuración	9,533	4	15	,000

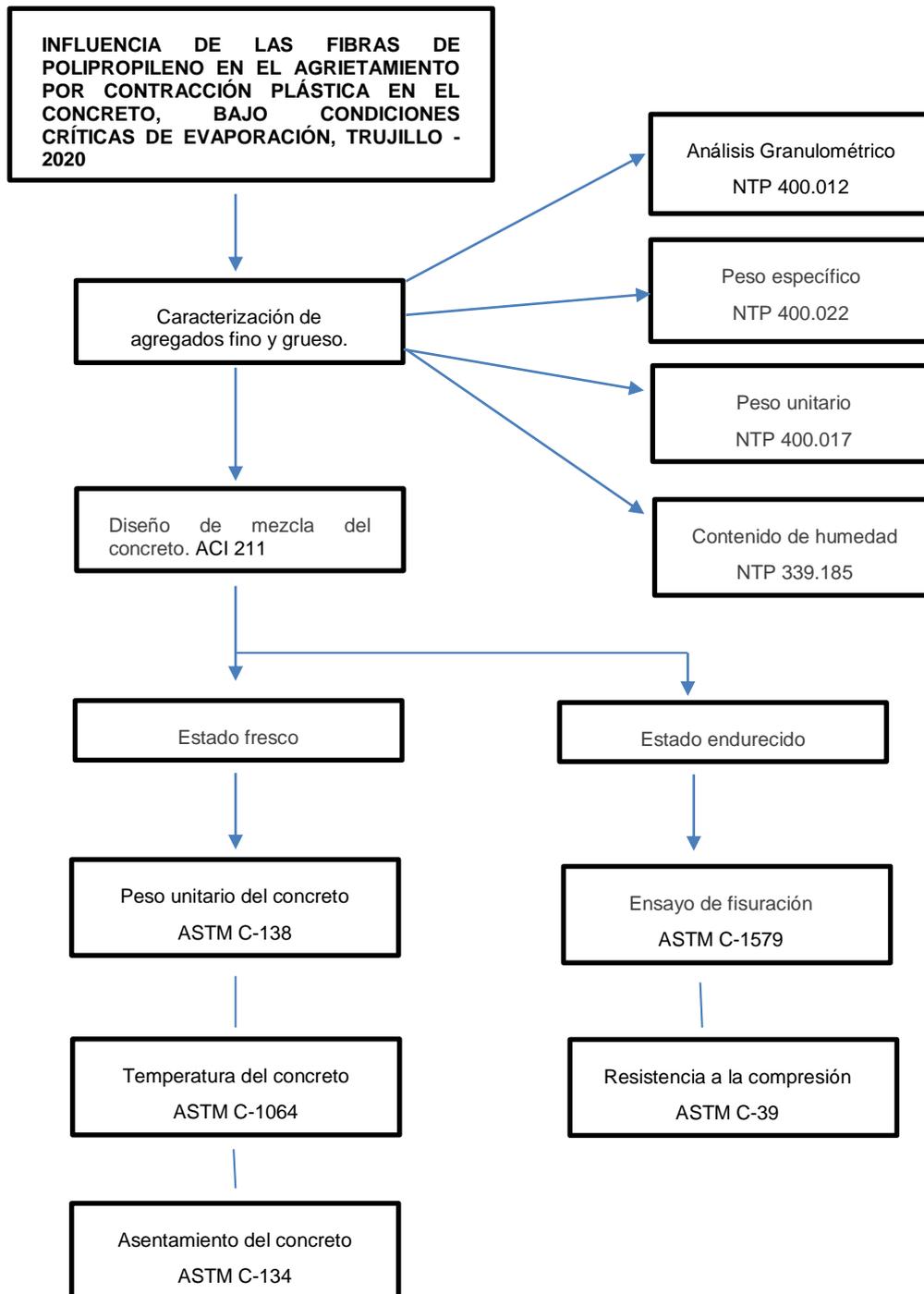
Fuente: IBM SPSS Statistics V.25

En la figura 7, el p valor es > 0,05 por lo que las varianzas poblacionales son iguales y se aplicó la prueba Post Hoc de comparaciones múltiples de Tukey.

2.4. Cuadro del procedimiento experimental:

Figura 3.

Cuadro del procedimiento experimental



2.5. Procedimiento experimental

2.5.1. Caracterización de los agregados

Los agregados finos y grueso fueron sometidos a los mismos ensayos de caracterización, todos siguiendo las normas técnicas peruanas (N.T.P.) correspondientes. A continuación, se detallan los ensayos realizados:

- Pesar una muestra de material en estado natural.
- Colocar en el horno a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas hasta un peso constante, el cual fue el peso seco de la muestra.

2.5.1.1. Contenido de Humedad (N.T.P. 339.185)

Para determinar el contenido de humedad del agregado (fino o grueso), se pesa una muestra representativa en su estado natural, para luego colocar dicha muestra dentro del horno una temperatura de $100^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas hasta un peso constante, el cual fue el peso seco de la muestra.

Se establece el contenido de humedad usando la siguiente expresión:

Ecuación 4. "Ecuación de contenido de humedad de los agregados fino y grueso"

$$W\% = \frac{Ph - Ps \times 100}{Ps}$$

Dónde:

- ✓ $Ph =$ Peso de la muestra (gr)
- ✓ $Ps =$ Peso de la muestra seca (gr) $w\% =$ % del Contenido de Humedad

2.5.1.2. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y agregado grueso (N.T.P. 400.017)

2.5.1.2.1. Peso unitario suelto

El procedimiento para establecer el peso unitario suelto se obtiene de verter en un molde, la muestra a una altura aproximada de 15 cm. sobre el borde superior del recipiente hasta que esté completamente lleno, para luego enrazarla. En dicho molde se tiene que determinar el volumen interno y el peso del molde vacío.

Siendo el último paso, el pesaje del molde con el material; dicho procedimiento se realizó como mínimo 3 veces, verificando que la variación sea menor al 1%. El valor del peso volumétrico unitario se determina a través de la siguiente expresión:

Ecuación 5. "Ecuación de peso unitario suelto del agregado fino y grueso"

$$PUSS = \frac{\text{Peso del agregado suelto} - \text{Peso de molde}}{\text{Volumen de molde}}$$

2.5.1.2.2. Peso unitario compactado

Se obtiene de pesar el molde vacío para determinar el volumen interno del recipiente en m³ y posteriormente se llena en 3 capas iguales el recipiente y cada capa se debe compactar con la varilla 25 veces distribuyendo la penetración en toda el área y posteriormente golpear uniformemente con el martillo de goma 15 veces. Se pasa a enrazar la superficie con la varilla, luego se pesa la muestra dentro del molde. El procedimiento de compactar y pesar el agregado, se debe repetir mínimo 3 veces, verificando una variación menor de 1%. Se determina de peso volumétrico unitario:

Ecuación 6. “Ecuación de peso unitario compactado del agregado fino y grueso”

$$PUSC = \frac{\text{Peso del agregado compactado} - \text{Peso de molde}}{\text{Volumen de molde}}$$

2.5.1.3. Peso específico y absorción del agregado fino (N.T.P. 400.022)

Primero se obtiene la muestra por cuarteo (1000 gr), después se procedió a saturar la muestra por 24 horas.

Se toma la muestra y se coloca sobre una bandeja metálica para colocarla en una pequeña cocina y secarla, se mueve en ciertas ocasiones para obtener un secado uniforme superficial y luego se utiliza el cono con diámetro superior de 40mm y diámetro inferior de 90mm, se rellena en 3 capas iguales, se compacta cada capa con 25 golpes con el pisón (340gr) de diámetro 25mm. En el proceso de quitar el cono la muestra se derrumba el 1/3 de la muestra de arriba hacia abajo, significa que el agregado alcanzó su condición saturada superficialmente seca, en caso no ocurra se vuelve a realizar el mismo procedimiento.

Si se cumple lo que se establece, se toma el peso de la fiola con agua hasta 500ml, después se expulsa el agua y se coloca el agregado en la fiola, se llena con agua hasta 500ml y se elimina las burbujas de aire en su totalidad por medio de la acción de rodar la fiola en una superficie plana durante el tiempo que sea necesario. Luego se pesa la fiola con la muestra y el agua (C), además dejar reposar el agregado dentro de la fiola para que se asiente y se bota el agua, y colocar la muestra en una tara (D) para que se coloque en la estufa (100°C +/- 5°C) durante 24 horas.

Se pesa la muestra seca (A) y por último se procede a calcular el peso específico y absorción son las siguientes formulas.

Ecuación 7. “Ecuación de peso específico del agregado fino, densidad seca”

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{B + D - C}$$

Ecuación 8. “Absorción del agregado fino”

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{(D - A) \times 100}{A}$$

Dónde:

- ✓ *A= Peso al aire de la muestra seca (gr)*
- ✓ *B= Peso de la fiola lleno de agua (gr)*
- ✓ *C= Peso del total de la fiola con muestra y llena de agua (gr)*
- ✓ *D= Peso de la muestra saturada con superficie seca*

2.5.1.4. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021)

Se toma la muestra representativa por cuarteo (2000gr), sumergimos la muestra durante 24 horas en el agua y luego se procede a retirar y seca superficialmente la muestra; posteriormente se tamiza por la malla N° 4 y se pesa la muestra saturada (B).

La muestra se coloca en la canasta suspendida en el agua a una temperatura de 20°C y se pesa; por último, la muestra se coloca en la estufa (100°C +/-5°C) para obtener el peso seco (A). se utiliza la siguiente formula:

Ecuación 9. “Ecuación de peso específico del agregado grueso, densidad seca”

$$\text{Peso específico} = \frac{A}{B - C}$$

Ecuación 10. "Ecuación de absorción del agregado grueso"

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{((B - A)) \times 100}{A}$$

Dónde:

- ✓ $A =$ Peso al aire de la muestra seca (gr)
- ✓ $B =$ Peso en el aire de la muestra saturada (gr)
- ✓ $C =$ Peso suspendido de la muestra (gr)

2.5.1.5. Análisis granulométrico del agregado fino (N.T.P. 400.012)

Colocar el agregado en el horno a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 24 horas. Se pesa tres muestras de agregado fino de 1000 gr. respectivamente.; posteriormente se obtiene el peso de cada tamiz (N°4; N° 8; N° 16; N° 30; N° 50; N° 100; N° 200 y Fondo). Luego se coloca los tamices de mayor a menor diámetro N°4 a N°200, que permita efectuar la operación de tamizado manual por un tiempo adecuado hasta obtener un peso constante en cada tamiz. Al terminar el tamizado, se pesa cada tamiz con la muestra retenida en una balanza analítica de 0.1 gr., se obtuvo el peso retenido.

Asimismo, se realizó tres veces el proceso, se toma como base los límites de la N.T.P. 400.037. El módulo de finura se calcula con la siguiente formula:

Ecuación 11. "Ecuación para obtener el módulo de finura del agregado fino"

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ}4, 8, 16, 30, 50, 100}{100}$$

2.5.1.6. Análisis granulométrico del agregado grueso (N.T.P. 400.012)

Colocar el agregado en el horno a una temperatura de 100°C +/-5°C por un tiempo de 24 horas. Primero se pesa tres muestras de agregado grueso de 1000 gr. cada una, y se obtiene el peso de cada tamiz (2"; 1 1/2"; 1"; 3/4"; 1/2"; 3/8"; N°4; N°8 y Fondo). Luego se coloca los tamices de mayor a menor diámetro 2" a N°200, para proceder a realizar el tamizado de forma manual y se procede a pesar cada tamiz con la muestra retenida en una balanza analítica de 0.1 gramos, siendo este valor el peso retenido; se calcula el tamaño máximo y tamaño máximo nominal según N.T.P. 400.012.

2.5.2. Diseño de mezcla

Para elaborar probetas de concreto en esta investigación, el diseño de mezcla se realizó con el método ACI 211 combinación de agregados método práctico, lo cual se debe tener distintos datos como:

- Tener definido el tipo de cemento y determinar el peso específico del cemento elegido.
- Hallar el módulo de finura del agregado fino y grueso mediante el ensayo granulométrico.
- Hallar el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el aire incorporado.

Se determina la cantidad de agua a utilizar por metro cúbico de concreto bajo los criterios del método del A.C.I. 211. Una vez obtenido la cantidad de agua, se procedió a determinar la cantidad de cemento requerido para cada mezcla, según su relación agua/cemento previamente establecidas; posteriormente se calculó la cantidad de agregado grueso y fino. Finalmente, se destinó la cantidad de fibras de polipropileno SIKAFIBER; según la dosificación a emplear.

2.5.2.1. Concreto en estado fresco

2.5.2.1.1. Asentamiento del concreto fresco - SLUMP (A.S.T.M. C-134)

Se procede a mezclar una muestra representativa de cada dosificación diseñada en una mezcladora, se humedece el cono de Abrams para poder colocarlo sobre una plataforma plana, rígida, húmeda y no absorbente y se sujeta las azas inferiores firmemente con los pies y llenar con la muestra de concreto en tres capas, cada capa se debe llenar a un tercio del volumen total del molde aproximadamente; posteriormente, se apisona cada capa con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente, los golpes deben ser de forma espiral hacia el centro. Para la compactación de la capa inferior del molde, se debe inclinar ligeramente la varilla y cuando se termine de apisonar la capa superior, se nivela la capa superficial del concreto, enrasando el molde con un movimiento giratorio de la varilla de apisonamiento; inmediatamente se procede a quitar el molde del concreto elevándolo con cuidado y sin hacer movimientos laterales.

Finalmente se mide el asentamiento, que se encuentra de la diferencia en vertical entre la parte superior del molde y el centro original desplazado de la parte superior de la probeta.

2.5.2.1.2. **Peso unitario del concreto fresco - densidad (A.S.T.M. C - 138)**

Se coloca el concreto en un recipiente de medición cilíndrico de acero en tres capas de aproximadamente igual volumen, se apisona cada capa con 25 golpes de la barra compactadora; para la capa del fondo se apisona a través de todo su espesor, pero evitando que la barra compactadora no golpee fuertemente el fondo del recipiente. Ya para la segunda y tercera capa se distribuyeron los golpes de manera uniforme sobre la sección transversal del recipiente, llegando a penetrar la barra compactadora aproximadamente 25 mm. en la capa subyacente.

Después de que cada capa sea apisonada, se golpea los lados del recipiente entre 10 a 15 veces, usando la fuerza apropiada para cerrar cualquier poro causado por la barra de apisonado y eliminar las burbujas grandes de aire atrapadas; luego de la consolidación, se alisa y termina suavemente la superficie del concreto del borde superior del recipiente con una placa plana de alisado para dejar el recipiente de medida nivelado y lleno, y después del alisado de la superficie superior del recipiente se limpia todo el concreto en exceso y adherido a las paredes exteriores del recipiente de medición y finalmente se determina la masa del concreto.

Ecuación 12. "Ecuación de peso unitario del concreto fresco"

$$\text{Peso Unitario del Concreto} = \frac{(M_c - M_m)}{V_m}$$

Dónde:

- ✓ M_c = Masa del recipiente de medida lleno de concreto
- ✓ M_m = Masa del recipiente de medida
- ✓ V_m = Volumen del recipiente de medida

2.5.2.1.3. Temperatura de mezclas de concreto (A.S.T.M. C-1064)

Se introduce el termómetro en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor llegue a estar sumergido un mínimo de 75mm. Y se presiona levemente el concreto en la superficie alrededor del termómetro para que la temperatura ambiente no afecte la lectura. Se deja introducido el termómetro en el concreto fresco por un mínimo de 2 minutos, pero no más de 5 minutos, y finalmente se lee y registra la temperatura, asegurarnos de no retirar el termómetro durante la lectura de la temperatura.

2.5.2.2. Concreto en estado endurecido

2.5.2.2.1. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto (A.S.T.M. C-39)

Probetas de ensayo:

Las probetas que se utilizaron para el ensayo de resistencia a la compresión del concreto fueron de 4 pulg. (102 mm) de diámetro y una altura de 8 pulg. (203 mm).

Las probetas ensayadas estuvieron húmedas al momento de realizar el ensayo ya que fueron colocadas en la máquina directamente de la poza de curado. Así mismo la edad de las probetas que se ensayaron fueron de 28 días.

Procedimiento:

Se procede a medir cada probeta, la altura y diámetro, y se ajustan los bloques de soporte en su posición y se limpian las caras de los bloques de soporte y la probeta, de igual manera con la prensa hidráulica. Se coloca el eje de la probeta con el centro del émbolo del bloque de la máquina y se aplica la carga de forma continua, sin sacudidas y teniendo cuidado que no se realice ningún ajuste en los controles de la máquina de prueba mientras la probeta se está deformando; se continúa aplicando la carga hasta que la probeta se fracture. Y se anota

la carga máxima soportada por la probeta durante el ensayo. Finalmente se calcula la Resistencia a Compresión ($f'c$) dividiendo la carga máxima entre el área promedio de la sección.

Ecuación 13. "Ecuación de resistencia a la compresión de testigos de concreto endurecido"

$$f'c = \frac{P_{max}}{A}$$

Dónde:

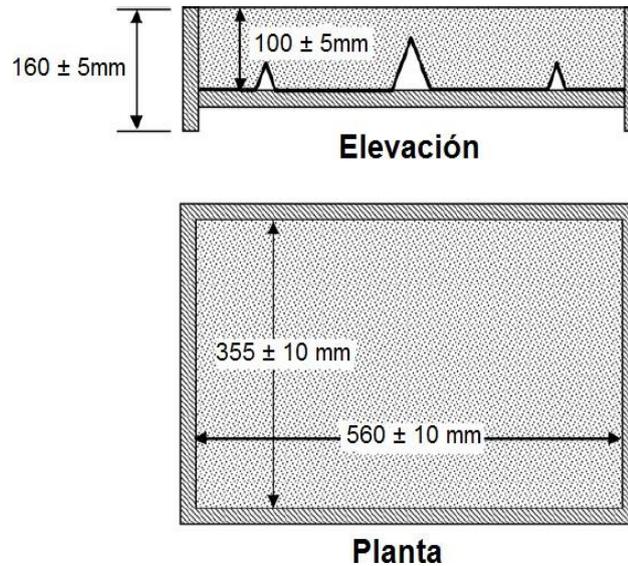
- ✓ $f'c$ = Resistencia a la compresión (kg/cm²)
- ✓ P_{max} = Carga máxima de rotura (kg)
- ✓ A = Diámetro de la probeta cilíndrica (cm²)

2.5.2.2.2. Ensayo de fisuración

Este ensayo fue diseñado para poder evaluar cuantitativamente el grado de fisuración por contracción plástica en un elemento superficial restringido internamente y sometido a un ambiente con una alta tasa de evaporación. Para ello se diseñó el ensayo teniendo en cuenta criterios de la norma ASTM C1579 – 12 Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete. El molde de ensayo tiene dimensiones internas de 355 ± 10 mm x 560 ± 10 mm x 100 ± 5 mm.

Figura 4.

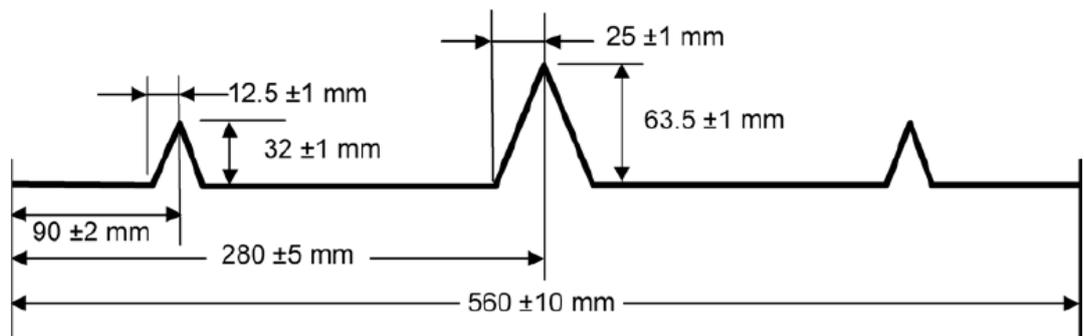
Planta y Elevación de Molde de fisuración



Fuente: ASTM C1579-12 Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete.

Figura 5.

Elevación y detalles de las restricciones o elevadores del Molde de fisuración



Fuente: ASTM C1579-12 Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete.

El objeto de tener un molde con las restricciones o elevadores indicadas en la presente norma es que se genere la suficiente restricción en la base de la losa de modo que a través del elevador puesto en la base y con el cual se reduce el espesor de la misma se genere un patrón de falla que atraviese el

espécimen en toda la anchura de la muestra. Dada la geometría del molde es de entender que siempre la falla se presentara en el elevador central en el cual existe el menor espesor posible en el espécimen, por tanto, es poco común encontrar losas en esta clase de ensayos en donde se produzca la fisura a través de los tres elevadores presentes en el molde.

Este método de prueba compara el agrietamiento de la superficie de losas de concreto fibroreforzados con el agrietamiento de la superficie de losas concreto patrón o estándar, ambos casos sometidos a condiciones de restricción y pérdida de humedad que son lo suficientemente graves como para producir el agrietamiento antes del final del fraguado del concreto.

Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer apropiadas prácticas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad y limitaciones reglamentarias antes de su uso.

Con el ensayo se busca exponer el concreto a altas tasas de evaporación, ocasionando un alto nivel de riesgo de fisuración, esto se logra creando un ambiente de condiciones ambientales controlado, mediante el uso de reflectores, ventilador y un túnel de viento encargado de canalizar uniformemente el viento y mantener constantes las condiciones ambientales dentro del mismo. El ensayo tuvo una duración de 24 horas para todas las muestras.

Iniciado el ensayo, se registra la hora en que entra la losa de concreto a la cámara ambiental, concluido el tiempo del ensayo, se mide el ancho promedio de la fisura de cada muestra.

2.6. Aspectos Éticos

En esta investigación se ha conservado y mantenido durante su elaboración, el respeto a derechos de autor, por lo cual se ha realizado la referenciación correspondiente de la información que ha sido consultada.

Por otro lado, en este informe se evaluó la influencia de las fibras de polipropileno en el agrietamiento por contracción plástica en el concreto bajo condiciones críticas de evaporación. Los ensayos de resistencia a la compresión y ensayos de fisuración se realizaron en su totalidad en el laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C, la recolección de datos fue a través de formatos estándares del laboratorio, respetando las exigencias de la Norma Técnica Peruana y normas internacionales (ASTM).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Diseño de mezcla

La Tabla 11 muestra las cantidades de materiales a utilizar para la elaboración de 1 m³ de mezcla para muestras de concreto patrón AN y con inclusión de fibras de polipropileno con dosificaciones de BN (300 gr/m³), CN (600 gr/m³), DN (900 gr/m³) y EN (1200 gr/m³) por volumen (m³) que se realizó conforme al American Concrete Institute A.C.I. comité 211 y el método práctico de combinación de agregados.

Tabla 10.

Diseño de mezcla por Kg/m³ (Volumen y peso)

Materiales	Volumen		Peso	
	Porcentaje (%)	Volumen (m ³)	Porcentaje (%)	Peso (Kg)
Cemento	12.20	0.12	15.75	367.10
Agua	21.50	0.22	9.20	215.00
Aire	2.00	0.02	-	-
Agregado Grueso	37.30	0.37	43.30	1010.00
Agregado Fino	27.00	0.27	31.70	737.20

En la Figura 6 y 7 encontramos una representación gráfica del diseño de mezcla en función de su volumen y de peso respectivamente, cabe mencionar que estas son representación en porcentajes en un 1 m³ de concreto.

Figura 6.

Representación del diseño de mezcla por Volumen (Kg/m³)

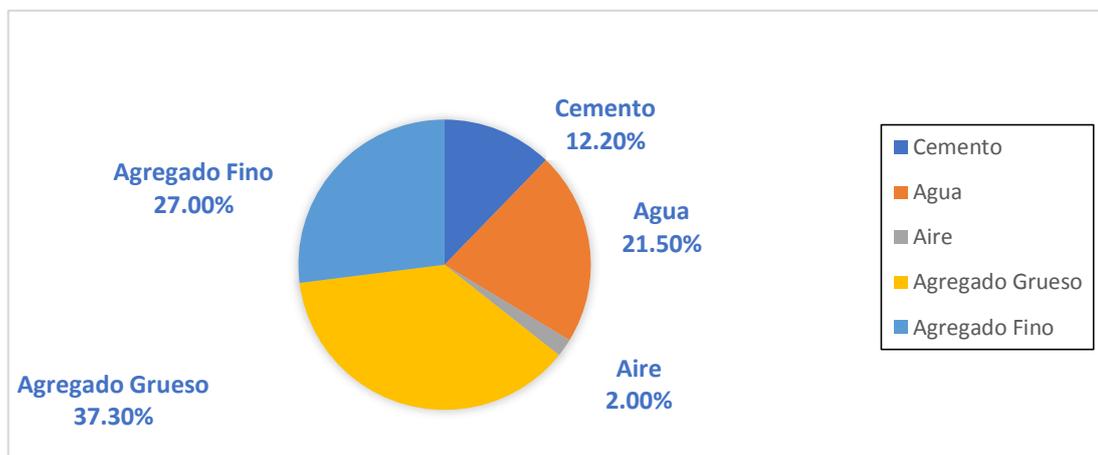
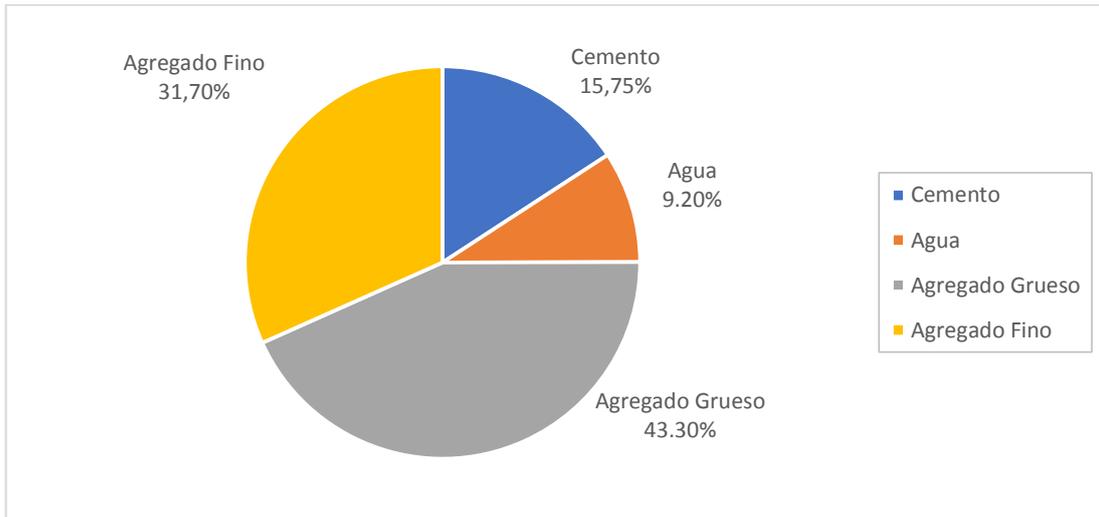


Figura 7.

Representación del diseño de mezcla por Peso (Kg/m^3)



3.2. Resistencia a la compresión

Tabla 11.

Resistencia a la compresión promedio (en función concreto convencional)

Número de probeta	Resistencia a la compresión del concreto (%)				
	AN (sin fibras)	BN (300 gr/m^3)	CN (600 gr/m^3)	DN 900 gr/m^3	EN 1200 gr/m^3
1	170	162	144	158	135
2	174	179	153	150	138
3	165	167	146	140	133
4	152	150	152	140	145
5	144	168	148	149	144
6	168	158	146	144	140
7	162	150	153	142	133
8	175	158	155	150	133
9	172	173	157	156	144
10	166	161	152	152	144
11	156	174	157	144	139
12	177	156	151	148	145
13	167	169	150	152	137
14	162	166	155	146	144
Media	165,00	163,64	151,36	147,93	139,57
Desv. Desviación	9,290	8,767	4,125	5,581	4,783
Varianza	86,308	76,863	17,016	31,148	22,879
CV	5.63%	5.36%	2.73%	3.77%	3.43%

Figura 8.

Regresión lineal del promedio de la resistencia a la compresión (%)

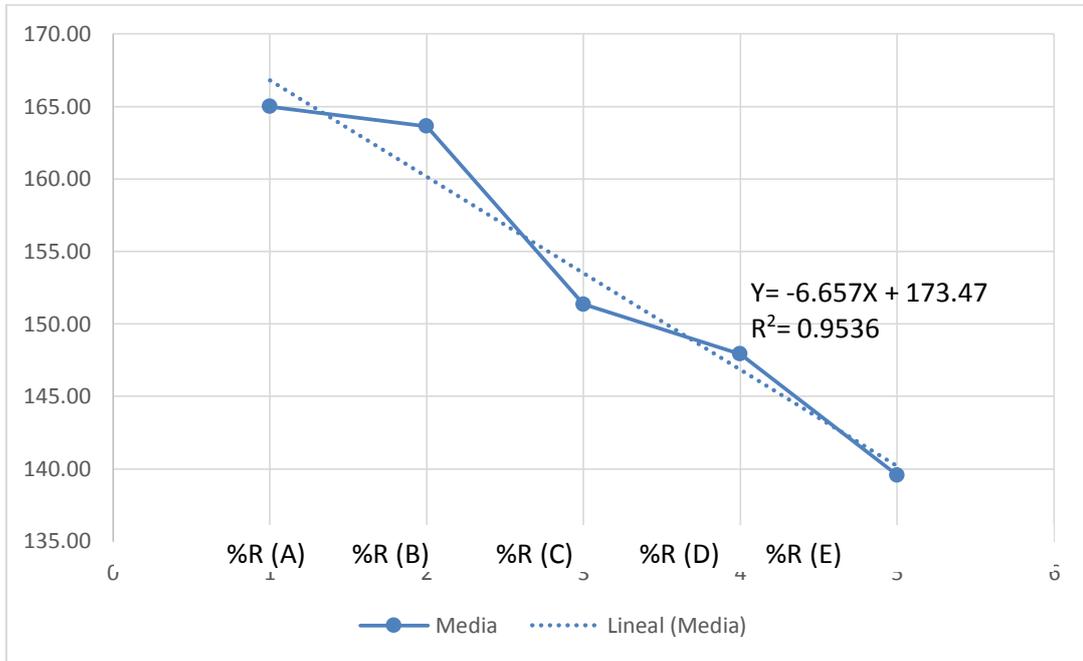


Figura 9

Testigo de concreto con fibras de polipropileno con dosificación de 1200 gr/m³ sometido al ensayo de resistencia a la compresión.

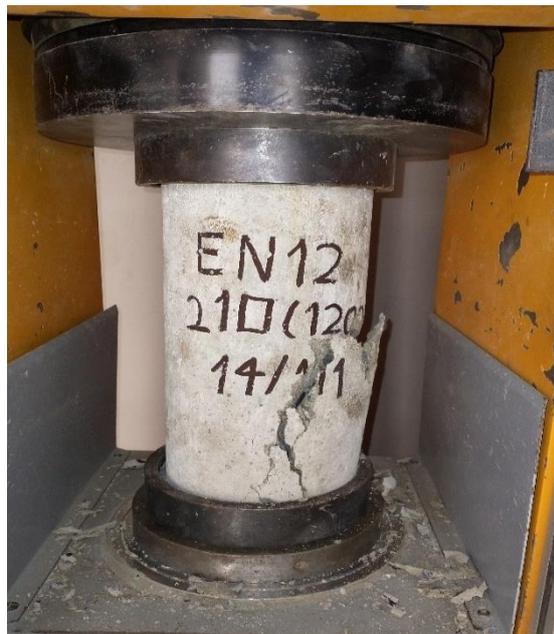


Tabla 12.

Valores de regresión lineal de la Resistencia a la compresión

Variables	R	R ²	Ecuación	Nivel de significancia
Resistencia a la compresión	0.09765	0.9536	Y= -6.657X + 173.47	..

En la tabla 12, referente a la resistencia a la compresión a 28 días se observa que, el promedio más alto es de 165% de la resistencia a lo anterior señalado, sin fibras, con un coeficiente de variación del 5.63%. Sin embargo, en la figura 10, se puede apreciar que, mediante el aumento en la dosificación de la SIKA FIBER, los promedios de la resistencia a la compresión tienden a bajar (6.66%), no obstante, el coeficiente de variación es más compacto, lo que significa que, se encuentra dentro de los estándares internacionales. Siendo los promedios 163.64%, 151.36%, 147.93% y 139.57% con sus respectivas dosificaciones, ya mencionadas, se denota un coeficiente de variación que oscila entre los valores de 5.63% y 2.73% de las muestras dosificadas, lo cual indica que, los resultados obtenidos no se encuentran muy dispersos. En el análisis de regresión se puede apreciar que, mediante el aumento en la dosificación de la SIKA FIBER, los promedios de la resistencia a la compresión tienden a disminuir a razón de 6.65 %; así mismo, el coeficiente de determinación indica que las disminuciones de las resistencias dependen de un 95.36 % de la dosificación y el 4.64 % a otros factores.

Tabla 13.

Análisis de la varianza de la Resistencia a la compresión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6506,714	4	1626,679	34,726	,000
Dentro de grupos	3044,786	65	46,843		
Total	9551,500	69			

Fuente: IBM SPSS Statistics V.25

En el análisis estadístico, el p-valor $< 0,05$ del análisis de varianza indica que existe evidencia estadística significativa para asumir que las medias de la resistencia a la compresión de las distintas proporciones de fibra empleadas son diferentes.

Tabla 14.

Análisis de comparaciones múltiples

Dosificaciones	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
1200 gr/m ³	14	139,5714		
900 gr/m ³	14		147,9286	
600 gr/m ³	14		151,3571	
300 gr/m ³	14			163,6429
0 gr/m ³	14			165,0000
Sig.		1,000	,677	,985

Fuente: IBM SPSS Statistics V.25

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 14,000.

Así mismo, en el análisis de comparaciones múltiples el p-valor $< 0,05$ evidencia diferencia estadística significativa para las siguientes medias:

- La resistencia a la compresión de las proporciones 1200, 900 y 600 de 300 y 0.
- Entre las proporciones 1200 de 900 y 600.

3.3. Fisuración por agrietamiento

Tabla 15

CRR en función al ancho promedio de fisura

Número de probeta rectangular	Promedio Fisuración A (mm)	Promedio Fisuración B (mm)	Promedio Fisuración C (mm)	Promedio Fisuración D (mm)	Promedio Fisuración E (mm)
1	0.26	0.26	0.17	0.00	0.00
2	0.45	0.23	0.17	0.00	0.00
3	0.59	0.54	0.23	0.00	0.00
4	0.16	0.26	0.21	0.00	0.00
Media	0.37	0.32	0.19	0.00	0.00
Desv. Desviación	0.19	0.14	0.03	0.00	0.00
Varianza	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00
CV	51.35%	43.75%	15.79%	0.00%	0.00%

Fuente: IBM SPSS Statistics V.25

Figura 10.

Regresión lineal promedio de ancho de fisura por agrietamiento (%)

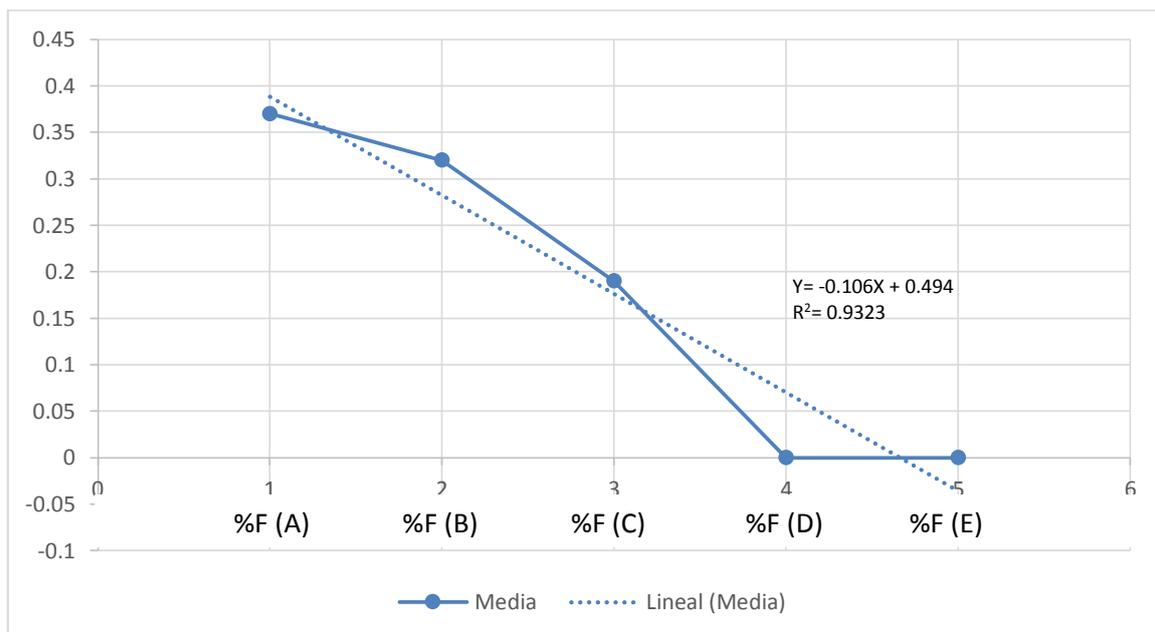


Figura 11:

Probeta rectangular de concreto sin adición de fibras de polipropileno.

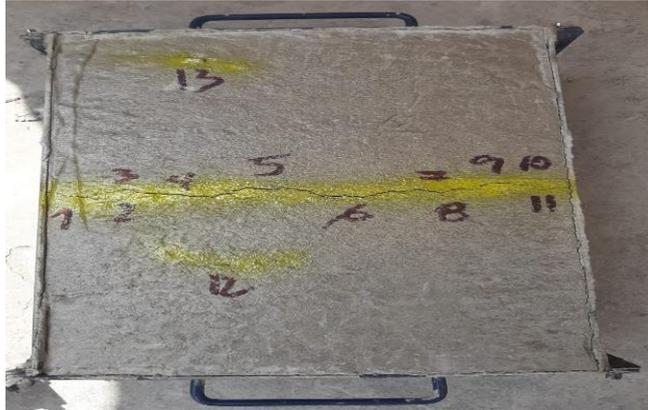


Figura 12:

Probeta rectangular de concreto con fibras de polipropileno con dosificación de
900 gr/m³



Tabla 16.

Valores de regresión lineal de Ancho de fisura por agrietamiento

Variabes	R	R ²	Ecuación	Nivel de significancia
Ancho de fisuración	0.09656	0.9323	Y= -0.106X + 0.494	..

En la tabla 16, referente a la fisuración por contracción plástica, el promedio más alto del ancho de fisura de 0.37 mm corresponde al concreto sin fibras. Las dosificaciones de 300 y 600 gr/m³ resultaron con promedios menores de 0.14 mm y 0.03 mm, mientras que en las dosificaciones de 900 gr/m³ y 1200gr/m³ no presentaron fisura; no obstante, los análisis de dispersión muestran datos menos variables, encontrándose de los estándares internacionales. En el análisis de regresión se puede apreciar que, mediante el aumento en la dosificación de la SIKA FIBER, los promedios del ancho de fisura tienden a disminuir a razón de 0.106 %; así mismo, el coeficiente de determinación indica que las disminuciones de las fisuras dependen de un 93.23 % de la dosificación y el 6.77 % a otros factores. La tasa de evaporación del agua en el concreto, factor importante para el fisuramiento por agrietamiento, se encuentra desarrollada en el Anexo 7 y explicada en el Anexo 9.

Tabla 17.

Análisis de la varianza de la Fisuración por agrietamiento

ANOVA

Fisuración

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,478	4	,120	10,026	,000
Dentro de grupos	,179	15	,012		
Total	,657	19			

Fuente: IBM SPSS Statistics V.25

En el análisis estadístico, el p-valor < 0,05 del análisis de varianza indica que existe evidencia estadística significativa entre los valores de la fisuración por agrietamiento de las distintas proporciones de fibra empleadas.

Tabla 18.

Análisis de comparaciones múltiples de Fisuración

Fisuración				
		Subconjunto para alfa = 0.05		
	Dosificaciones	N	1	2
HSD Tukey ^a	900 gr/m ³	4	,0000	
	1200 gr/m ³	4	,0000	
	600 gr/m ³	4	,1940	,1940
	300 gr/m ³	4		,3230
	0 gr/m ³	4		,3650
	Sig.			,140

Fuente: IBM SPSS Statistics V.25

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

Así mismo, en el análisis de comparaciones múltiples el p-valor $< 0,05$ evidencia diferencia estadística significativa para los valores de las fisuraciones con las dosificaciones de 0, 300, 900 y 1200 kg/m³.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Limitaciones

En la presente investigación se presentaron las siguientes limitaciones, que se detallan a continuación:

La toma de datos de las condiciones críticas para la evaporación del agua en el concreto por norma debe hacerse cada 5 min. por lo que desarrollar dicha labor es dificultosa. En un intento por automatizar la toma de datos de indicadores; tales como, temperatura, humedad y velocidad del viento, que se da dentro de la cámara ambiental y monitorear de una manera adecuada dichos indicadores para regularlos con los actuadores que modifican dicha tasa de evaporación; con la ayuda técnica-profesional necesaria resultaría más sencillo el control y el resultado final de dicho ensayo sería más certero.

La trabajabilidad del concreto en estado en fresco se vio comprometida al ser absorbida el agua por las fibras de polipropileno SIKAFIBER, a lo que, se procedió añadirle una pequeña cantidad de líquido para aumentar dicha trabajabilidad; otra opción viable es añadirle de un aditivo plastificante o en su efecto superplastificante.

4.2. Discusión

En la presente tesis se analiza y evalúa los resultados anteriormente obtenidos para determinar la influencia de las fibras de polipropileno en el agrietamiento por contracción plástica del concreto, bajo condiciones críticas de evaporación, con el fin de determinar las mejoras que puede obtener la adición de éstas en mezclas de concretos en relación en un concreto convencional.

Para ello, fue necesario realizar ensayos en el laboratorio; posteriormente, se elaboró el diseño de mezcla del concreto a partir de las caracterizaciones de los agregados y requerimientos basándose en el método del A.C.I. 211.

Los ensayos que se realizaron en la investigación se basaron en la Norma Técnica Peruana para la verificación del cumplimiento de los requisitos mínimos de los agregados; asimismo, para hallar la temperatura, peso unitario y resistencia a la compresión del concreto. Sin embargo, para los ensayos de fisuración se utilizó la norma de la Sociedad Americana de Prueba de Materiales (A.S.T.M.).

4.2.1. Diseño de mezcla

Se obtuvo una dosificación, en la que se empleó dos partes de agregado grueso, dos partes de agregado fino, una parte de cemento, así como, media parte de agua. Se verificó que hubo una ligera corrección de humedad ante el uso de las fibras de polipropileno.

En esta investigación se usó el cemento portland Pacasmayo de la empresa Cementos Pacasmayo S.A.A. el cual está elaborado bajo la Norma A.S.T.M. C1157; ya que, este es de los cementos más comercializado en la ciudad de Trujillo que le aumenta su resistencia a la compresión. (Ruiz & Vasallo, 2018)

4.2.2. Resistencia a la compresión

En la Tabla 20 se presenta un resumen de las resistencias a la compresión promedio de los testigos de concreto para cada tratamiento a 28 días de edad. Dicha representación se da en porcentaje referido a un concreto convencional, cuya resistencia a la compresión es de 210 Kg/ cm².

Tabla 19.
Resistencia a la compresión promedio

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (%)			
Tratamiento/ Edad	Testigos cilíndricos		
	Grupos	28 días de edad	
1	Sin fibras	AN	165,00
2	300 gr/m ³	BN	163,64
3	600 gr/m ³	CN	151,36
4	900 gr/m ³	DN	147,93
5	1200 gr/m ³	EN	139,57

Podemos afirmar que, lo señalado, según Mendo Tiznado & Rojas Cueva (2017), con respecto a los resultados obtenidos en el laboratorio se contradice. En dicha investigación, se indica que, con una adición de 1000 gr/m³ en fibra de polipropileno, para un concreto cuya R a/c es de 0.40 superó en un 32% en la resistencia a compresión del concreto patrón; asimismo, un concreto similar al antes mencionado cuya R a/c es de 0.50 lo superó en un 29.40%. En la tabla 19 se puede apreciar que, siendo nuestro concreto de una R a/c de 0.56 y la adición de fibra de polipropileno en 900 gr/m³ y 1200 gr/cm³, disminuyo en un 15.4 % y 10.34 % respectivamente con respecto a nuestro concreto patrón.

4.2.3. Fisuración por agrietamiento

En la Tabla 21 se presenta un resumen de las fisuraciones por agrietamiento promedio (mm.) de los testigos de concreto para cada tratamiento.

Tabla 20.

CRR en función al ancho promedio de fisura (mm)

FISURACIÓN POR AGRIETAMIENTO			
Tratamiento	Testigos rectangulares		
	Grupos	Promedio	
1	Sin fibras	AM	0,37
2	300 gr/m ³	BM	0,32
3	600 gr/m ³	CM	0,19
4	900 gr/m ³	DM	0,00
5	1200 gr/m ³	EM	0,00

Según lo señalado, por Armas (2016), indica que la utilización de fibras de polipropileno con dosificación de 400gr/m³ en un concreto convencional reduce la fisuración en un 90%, no obstante, según los resultados obtenidos en la cámara ambiental, de la presente investigación, se logró eliminar totalmente las fisuras con una dosificación de 900gr/m³, siendo las condiciones críticas descritas para la evaporación del agua, resultantes en un (01) litro por en una área de un metro cuadrado transcurrido en una hora (Kg/m² * h), esto es un dato de importancia, no detallado por el autor mencionado. Aunque se puede en el Anexo 10 que dicha tasa de evaporación, simulada en la cámara ambiental llego a ser de 0.577 Kg/m² * h. Lo que se nos lleva a considerar en el aumento de actuadores, así como, repotenciarlos.

4.3. Conclusiones

Tras el análisis, podemos confirmar nuestra hipótesis; mediante la adición de las fibras de polipropileno (SIKAFIBER) en una mezcla de concreto; reducen y hasta elimina el agrietamiento por contracción plástica del concreto, bajo condiciones críticas de evaporación.

Tal y como hemos podido calcular nuestro diseño de mezcla PATRON mediante el método ACI 211, podemos expresarlo en porcentajes de volumen que ocupan en la mezcla. Se compone de la siguiente manera: 12.35 % por Cemento Portland Tipo I Pacasmayo; 20.70% por Agua; 3.00 % por Aire; mientras que, 28.10% y 35.84% por Agregado Grueso y Agregado Fino respectivamente. Siendo una adición de la fibra de polipropileno, la variación entre las mezclas experimentales.

Que, mientras más adición de la fibra de polipropileno la resistencia a la compresión del concreto fue disminuyendo. Siendo la mezcla de 1200 gr/m^3 con peor desempeño a la resistencia a la compresión, la cual llevo al 139.57% del diseño original ($f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$).

Como resultado de los ensayos de fisuración por agrietamiento por contracción plástica según la norma ASTM C1579, se pudo apreciar que bastaba añadir 900 gr/m^3 para que el concreto no presente ningún tipo de fisura; siendo la tasa de evaporación del agua de $0.577 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$.

RECOMENDACIONES

En el reforzamiento de las condiciones críticas de la cámara ambiental con las siguientes acciones podemos conseguir elevar la tasa de evaporación a su nivel óptimo por el cual el concreto se fisuraría por contracción plástica: utilizando el mismo equipo se tendría que adecuar en el segundo nivel la colocación de las probetas rectangulares; ya que, la velocidad del viento generado por el ventilador no es suficiente y ocasiona vórtices.

Adicional a ello, en cuanto a la temperatura de la cámara ambiental se puede reforzar con focos de mayor capacidad; así como, el incremento en el número de focos a emplear, en ambas opciones se tiene que prever un incremento en consumo eléctrico.

Tener cuidado con el consumo eléctrico de dicha cámara ambiental, es de 15 KW diarios; ya que, por normativa se requiere que las probetas rectangulares sean sometidas durante 24 +/- 2 horas.

En lo posterior se recomienda el uso de aditivo plastificante en presencia de fibra de polipropileno en una mezcla de concreto. En la presente investigación se añadió dicha fibra humedecida, lo cual no fue suficiente y se vio reflejado en el SLUMP.

Se recomienda manejar un margen en las cantidades a utilizar, ya que, ante la necesidad de insumos varía el coste de imprevistos, así como el tiempo a emplear.

REFERENCIAS

- ACI 224.1R-93. (s.f.). Causas, evaluación y reparación de fisuras en estructuras de hormigón. Estados Unidos de América.
- American Society for testing and Materials. (2011). *ASTM C1579: Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete*. United State.
- American Society for testing and Materials. (s.f.). *ASTM C134: Ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco*. Estados Unidos.
- American Society for testing and Materials. (s.f.). *ASTM C1064: Ensayo para determinar la temperatura de mezcla de concreto*. Estados Unidos.
- American Society for testing and Materials. (s.f.). *ASTM C138: Ensayo para determinar el peso unitario del Concreto*. Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. (s.f.). *ASTM C31: Preparación y curado de Probetas de concreto*. Estados Unidos.
- American Society for Testing and Materials. (s.f.). *ASTM C39: Resistencia a la Compresión de Probetas cilindricas de Concreto*. Estados Unidos.
- Armas Aguilar, C. (2016). *Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico*. Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Lambayeque, Chiclayo.
- (s.f.). *ASTM C1579*.
- ASTM C1579. (2019). Evaluación del agrietamiento por contracción plástica del hormigón reforzado con fibra. Estados Unidos de América.
- Blanco, A. (2008). *Durabilidad del hormigón con fibras de acero*. Tesis de Pregrado, Universidad Politecnica de Barcelona, Barcelona. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/6557>
- Castillo, J. (2019). *Factores intrínsecos del concreto premezclado que producen la fisuración en su proceso de fraguado*. Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Chacón Orellana, A. (2014). *Pavimentos de hormigón con fibras*. Tesis de Pregrado, Universidad Mayor, Temuco.
- Cruz Ruiz, M. (2019). *Probables causas y soluciones de la fisuración de la estructura de pretratamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas San Martín*. Tesis de Pregrado, Piura.
- Cuenca Briceño, E., & Solorzano Rodríguez, C. (2018). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto*. Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Trujillo.
- Gutierrez Nahui, H. J. (2017). *Variación de la temperatura y su influencia en concretos masivos*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Henriquez Lobo, H. (2011). *Fisuración por retracción de secado de hormigones bajo condiciones de alta evaporación. Santiago de Chile*. Tesis de Pregrado, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Manzano, J. (2014). *Evaluación del efecto en la contracción del concreto con fibras estructurales de polipropileno*. Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Mendo Tiznado, A. C., & Rojas Cueva, C. J. (2017). *Influencia de las fibras de polipropileno en la microfisuración por fatiga del concreto fabricado con relación agua-cemento 0.40 y 0.50 y cemento portland MS*. Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Norma Técnica Peruana. (2009). *NTP 339.034: Método de ensayo normalizado para la*

determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima.

- Norma Técnica Peruana. (2011). *NTP 400.017: Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino y Grueso*. Lima.
- Norma Técnica Peruana. (2013). *NTP 339.185: Determinación del Contenido de Humedad del Agregado Grueso y Fino*. Lima.
- Norma Técnica Peruana. (2013). *NTP 400.021: Determinación del Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*. Lima.
- Norma Técnica Peruana. (2013). *NTP 400.022: Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima.
- Norma Técnica Peruana. (s.f.). *NTP 400.012: Ensayo Granulométrico del Agregado Fino*. (s.f.). *NTP 339.034*.
- Ruiz Uceda , R., & Vasallo Barrios, M. (2018). *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los concretos elaborados con cemento ICO, MS y UG, Trujillo 2018*. Trujillo.
- Salgado, S. (2010). *Estudio de Losa sin Junta de Expansión Acceso Sur. Tramo Soterrado TS-8*. Tesis de Pregrado, Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Valero, J. (2014). *Influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Huancayo.

ANEXOS

ANEXO N ° 1 – Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿De qué manera influye las fibras de polipropileno en el agrietamiento por contracción plástica del concreto, bajo condiciones críticas de evaporación, Trujillo -2020?	GENERAL:	Con la adición de las fibras de polipropileno reducirá el agrietamiento por contracción plástica en el concreto, tomando en cuenta la normativa ASTM C1579.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Las fibras de polipropileno	PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN: Aplicada.
	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE: El agrietamiento por contracción plástica.	
	<ul style="list-style-type: none"> Formular diseño de mezcla para un concreto patrón y con las siguientes dosificaciones de fibra de polipropileno: 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ y 1200 gr/m³. Realizar ensayos de resistencia a la compresión a 28 días con las diferentes mezclas de concreto, concreto patrón y con inclusión de fibras de polipropileno con dosificaciones de 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ y 1200 gr/m³. Elaborar ensayos de fisuración por agrietamiento por contracción plástica en el concreto, de acuerdo a la norma ASTM C1579. 	<p><i>Con el empleo de las siguientes dosificaciones de fibra de polipropileno: 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ y 1200 gr/m³ reducirá el agrietamiento por contracción plástica en el concreto.</i></p>	VARIABLE INTERVINIENTE: Condiciones críticas de evaporación (en el agua) <ul style="list-style-type: none"> Temperatura Humedad Velocidad del viento. UNIDAD DE ANALISIS: Concreto convencional	NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Experimental
			UNIVERSO: Todo elemento que el concreto forme parte.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental puro
			POBLACIÓN: Concreto Convencional con fibras de polipropileno.	CONTRASTACION DE HIPOTESIS: Prueba de hipótesis ANOVA
			MUESTRA: No probabilístico <ul style="list-style-type: none"> 70 probetas cilíndricas 20 probetas rectangulares 	

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N ° 2 – Constancia de revisión de proyecto de tesis

CONSTANCIA DE REVISIÓN DE PROYECTO DE TESIS

El asesor Ing. Vásquez Díaz Alberto, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo del proyecto de investigación del estudiante:

- Giancarlo Steve Plasencia Plasencia
- Jorge Danko Zavaleta Peña

Por cuanto, **CONSIDERA** que el proyecto de investigación titulado: INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO – 2020 para aspirar al título profesional por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al interesado para su presentación.

Ing. Alberto Vásquez Díaz Asesor
Asesor

ANEXO N° 3 – Panel fotográfico



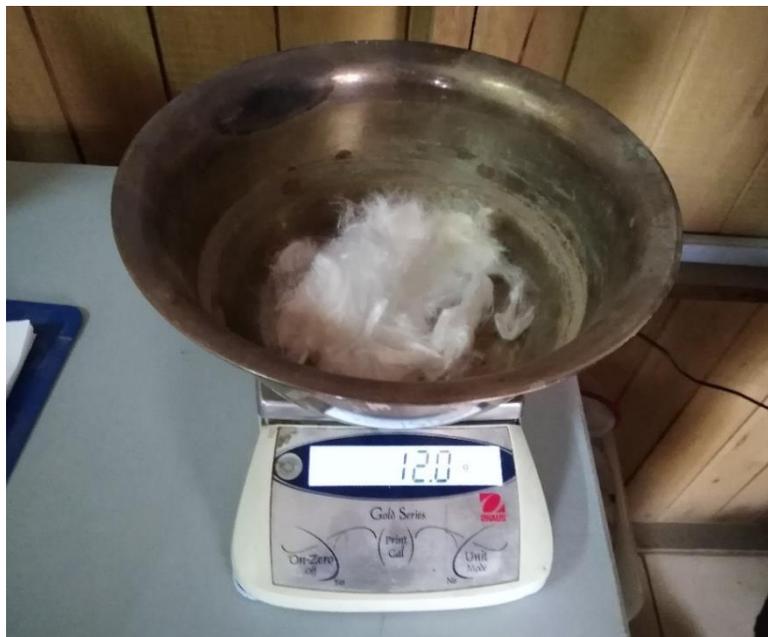
Fotografía 1: Peso unitario compactado del agregado grueso



Fotografía 2: Pesaje de agua



Fotografía 3: Pesaje de cemento



Fotografía 4: Pesaje de fibras de polipropileno



Fotografía 5: Temperatura del concreto fresco con fibras de polipropileno con dosificación de 300 gr/cm^3 .



Fotografía 6: Peso unitario del concreto en estado fresco con fibras de polipropileno con dosificación de 300 gr/cm^3 .



Fotografía 7: Asentamiento del concreto fresco con fibras de polipropileno con dosificación de 300 gr/cm^3 .



Fotografía 8: Compactación y golpeo con el martillo del concreto fresco con fibras de polipropileno con dosificación de 300 gr/cm^3 .



Fotografía 9: Compactación del concreto fresco con fibras de polipropileno con dosificación de 300 gr/cm^3 .



Fotografía 10: Codificación de las probetas de concreto patrón



Fotografía 11: Rotura de testigo de concreto con fibras de polipropileno con dosificación de 900 gr/cm³ a la edad de 28 días.



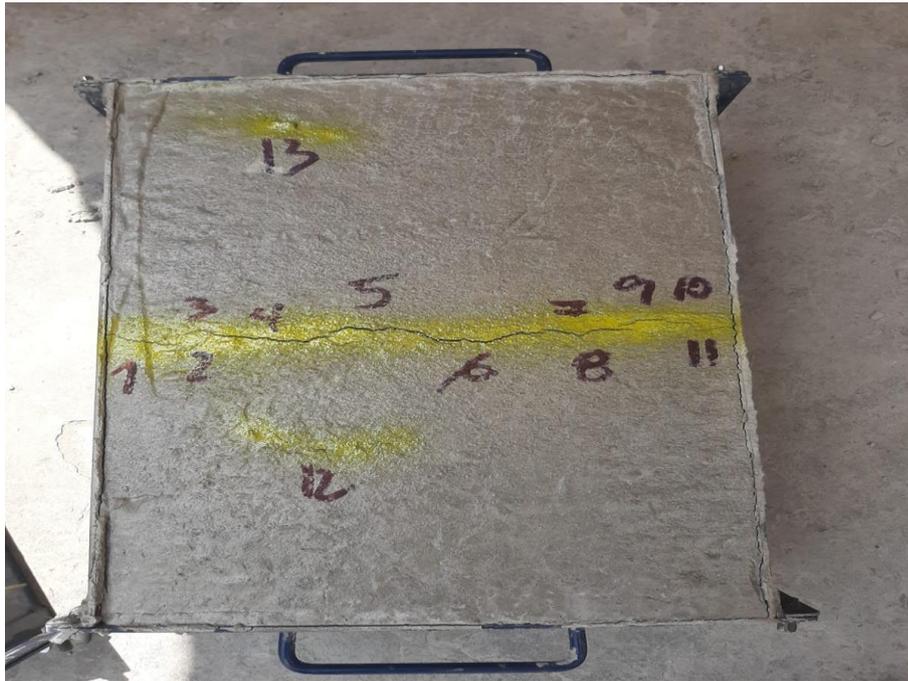
Fotografía 12: Rotura de testigo de concreto con fibras de polipropileno con dosificación de 600 gr/cm³ a la edad de 28 días.



Fotografía 13: Calibración de temperatura de la cámara ambiental para el ensayo de fisuración.



Fotografía 14: Probetas rectangulares siendo ingresadas a la cámara de fisuración para ser sometidas a los ensayos de fisuración.



Fotografía 15: Ensayo de fisuración de las probetas rectangulares de concreto patrón.



Fotografía 16: Ensayo de fisuración de las probetas rectangulares de concreto con fibras de polipropileno con dosificación de 300 gr/cm³



Fotografía 17: Ensayo de fisuración de las probetas rectangulares de concreto con fibras de polipropileno con dosificación de 600 gr/cm^3



Fotografía 18: Ensayo de fisuración de las probetas rectangulares de concreto con fibras de polipropileno con dosificación de 900 gr/cm^3

ANEXO N° 4 – Resultados de análisis descriptivo

Tabla 21. Estadística descriptiva sin fibras

Estadísticos							
	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA COMPRESION	PORCENTAJE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
N	Válido	14	14	14	14	14	14
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
	Media	28,00	15,1857	181,1207	62793,14	346,64	165,00
	Desv. Desviación	,000	,05345	1,27381	3500,141	19,437	9,290
	Varianza	,000	,003	1,623	12250986,286	377,786	86,308

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Estadística descriptiva 300 gr/m³

Estadísticos							
	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA COMPRESION	PORCENTAJE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
N	Válido	14	14	14	14	14	14
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
	Media	28,00	15,2071	181,6314	62404,14	343,64	163,64
	Desv. Desviación	,000	,04746	1,13263	3139,592	18,050	8,767
	Varianza	,000	,002	1,283	9857035,824	325,786	76,863

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Estadística descriptiva 600 gr/m³

Estadísticos							
	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA COMPRESION	PORCENTAJE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
N	Válido	14	14	14	14	14	14
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
	Media	28,00	15,1643	180,8679	57407,29	317,86	151,36
	Desv. Desviación	,000	,06333	1,24794	1510,333	8,690	4,125
	Varianza	,000	,004	1,557	2281104,989	75,516	17,016

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Estadística descriptiva 900 gr/m³

Estadísticos							
	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA COMPRESION	PORCENTAJE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
N	Válido	14	14	14	14	14	14
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
	Media	28,00	15,1714	180,7800	56171,93	310,79	147,93
	Desv. Desviación	,000	,04688	1,11576	1892,334	11,722	5,581
	Varianza	,000	,002	1,245	3580928,687	137,412	31,148

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Estadística descriptiva 1 200 gr/m³

Estadísticos

	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA COMPRESION	PORCENTAJE RESISTENCIA	TIPO DE FALLA
Válido	14	14	14	14	14	14	14
N							
Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
Media	28,00	15,2071	181,6314	53192,21	292,93	139,57	1,86
Desv. Desviación	,000	,04746	1,13263	1867,452	10,042	4,783	1,027
Varianza	,000	,002	1,283	3487377,258	100,841	22,879	1,055

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 6 – Prueba de homogeneidad de Varianzas

Tabla 26. Prueba de homogeneidad de varianzas (Resistencia de compresión)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia	Se basa en la media	2,980	4	65	,025
	Se basa en la mediana	2,720	4	65	,037
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,720	4	40,180	,043
	Se basa en la media recortada	2,876	4	65	,029

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Prueba de homogeneidad de Varianzas (Fisuración por agrietamiento)

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Fisuración	Se basa en la media	9,533	4	15	,000
	Se basa en la mediana	3,860	4	15	,024
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	3,860	4	4,654	,093
	Se basa en la media recortada	8,548	4	15	,001

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N ° 7 – Análisis descriptivo ANOVA

Tabla 28. Estadística descriptiva ANOVA

		Estadísticos				
		A	B	C	D	E
N	Válido	14	14	14	14	14
	Perdidos	0	0	0	0	0
	Media	165,0000	163,6429	151,3571	147,9286	139,5714
	Mediana	166,5000	164,0000	152,0000	148,5000	139,5000
	Desv. Desviación	9,29019	8,76713	4,12510	5,58107	4,78321

Fuente: Elaboración propia.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL
AGRIETAMIENTO
POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES
CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo **Fecha:**
Zavaleta Peña Jorge Danko

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
BN-1	15.1	15.2	15.15	61,913	341
BN-2	15.1	15.2	15.15	68,268	376
BN-3	15.1	15.2	15.15	63,629	351
BN-4	15.4	15.1	15.25	58,005	316
BN-5	15.1	15.2	15.15	63,956	352
BN-6	15	15.2	15.1	60,114	331
BN-7	15.3	15.1	15.2	57,358	316
BN-8	15.1	15.3	15.2	60,324	332
BN-9	15.1	15.3	15.2	65,831	363
BN-10	15.1	15.2	15.15	61,376	338
BN-11	15.2	15.2	15.2	66,221	365
BN-12	15.4	15.2	15.3	60,218	328
BN-13	15.2	15.2	15.2	64,153	354
BN-14	15.2	15	15.1	62,292	348
Promedio f'c (Kg/cm ²)					344


Alberto Rubén Vásquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 166228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL
AGRIETAMIENTO
POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES
CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"
Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo **Fecha:**
Zavaleta Peña Jorge Danko

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
CN-1	15.2	15.2	15.2	55,007	303
CN-2	15.1	15.1	15.1	57,577	322
CN-3	15.2	15.2	15.2	55,569	306
CN-4	15.2	15.2	15.2	57,928	319
CN-5	15.2	15.2	15.2	56,193	310
CN-6	15.1	15.1	15.1	54,922	307
CN-7	15.2	15.2	15.2	58,361	322
CN-8	15.1	15.1	15.1	58,266	325
CN-9	15.2	15.2	15.2	59,137	330
CN-10	15.2	15.4	15.3	58,645	319
CN-11	15	15.2	15.1	58,886	329
CN-12	15.2	15.2	15.2	57,787	318
CN-13	15.1	15.1	15.1	56,320	314
CN-14	15.1	15.3	15.2	59,104	326
Promedio f _c (Kg/cm ²)					317.86


Alberto Ribén Vásquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 166228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL
AGRIETAMIENTO
POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES
CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo **Fecha:**
Zavaleta Peña Jorge Danko

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
DN1	15	15.2	15.1	59,434	332
DN2	15.2	15.2	15.2	57,384	316
DN3	15.2	15.2	15.2	53,244	293
DN4	15.2	15.2	15.2	53,480	295
DN5	15.2	15.2	15.2	56,665	312
DN6	15.2	15.2	15.2	55,040	303
DN7	15.2	15.2	15.2	54,002	298
DN8	15	15.2	15.1	56,293	314
DN9	15.1	15.1	15.1	58,590	327
DN10	15.2	15	15.1	57,283	320
DN11	15.2	15.2	15.2	54,910	303
DN12	15.2	15.2	15.2	56,398	311
DN13	15.2	15.2	15.2	58,015	320
DN14	15.2	15.2	15.2	55,669	307
Promedio f _c (Kg/cm ²)					310.79


 Alberto Rubén Vásquez Díaz
 ING. CIVIL
 R. C.I.P. N° 166228

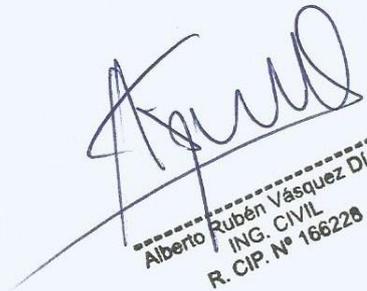
GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL
AGRIETAMIENTO
POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES
CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo **Fecha:**
Zavaleta Peña Jorge Danko

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
EN1	15.2	15.2	15.2	51,518	284
EN2	15.2	15.2	15.2	52,428	289
EN3	15.3	15.3	15.3	51,230	279
EN4	15.3	15.1	15.2	55,242	304
EN5	15.3	15.1	15.2	54,931	303
EN6	15.2	15.2	15.2	53,571	295
EN7	15.2	15.2	15.2	50,576	279
EN8	15.2	15.2	15.2	50,558	279
EN9	15.3	15.3	15.3	55,562	302
EN10	15.1	15.3	15.2	54,778	302
EN11	15.2	15	15.1	52,269	292
EN12	15.2	15.2	15.2	55,166	304
EN13	15.2	15.2	15.2	52,025	287
EN14	15.2	15.2	15.2	54,837	302
Promedio f _c (Kg/cm ²)					292.93



Alberto Rubén Vásquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 166228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de
Investigación :

"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL
AGRIETAMIENTO
POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO
CONDICIONES

CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo
Zavaleta Peña Jorge Danko

Fecha: 09/09/2020

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

Contenido de humedad	A.F-1	A.F-2	A.F-3
Peso natural de la muestra (gr)	1,146.60	989.40	1,026.90
Peso de la muestra seca (gr)	1141.9	984.9	1022.3

Peso específico

	A.F-1	A.F-2
Peso de la fibra+agua+mezcla (gr)	1742.20	1744.90
Peso de la fibra+agua (gr)	1422.00	1425.70
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	509.60	509.30
Peso de la muestra seca (gr)	504.20	504.40

Absorción

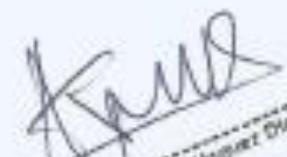
	A.F-1	A.F-2
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	509.60	509.30
Peso de la muestra seca (gr)	504.20	504.40

Peso Unitario Suelto

	A.F-1	A.F-2	A.F-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0072	
Peso de la tara (kg)	6.859	6.859	6.859
Peso del agregado + tara (kg)	18.440	18.392	18.469

Peso Unitario Compactado

	A.F-1	A.F-2	A.F-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0072	
Peso de la tara (kg)	6.859	6.859	6.859
Peso del agregado + tara (kg)	19.478	19.435	19.466



Alberto Rubén Valenzuela Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 108229

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo
Zavaleta Peña Jorge Danko

Fecha: 09/09/2020

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

Contenido de humedad	A.F-1	A.F-2	A.F-3
Peso natural de la muestra (gr.)	3,118.00	3,155.00	3,135.00
Peso de la muestra seca (gr.)	3106.60	3144.00	3123.00

Peso específico	Absorción	
	A.F-1	A.F-2
Peso de la muestra S.S.S. (gr.)	3019.4	3015.1
Peso de la muestra seca (gr.)	3045.5	3041.3
Peso de la muestra sumergida (gr.)	1927.8	1916.7

Peso Unitario Suolto	A.F-1	A.F-2	A.F-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0072	
Peso de la tara (kg)	6.859	6.859	6.859
Peso del agregado + tara (kg)	17.131	17.176	17.205

Peso Unitario Compactado	A.F-1	A.F-2	A.F-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0072	
Peso de la tara (kg)	6.859	6.859	6.859
Peso del agregado + tara (kg)	18.26	18.292	18.317


Albeno Subán Viquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. Nº 166226

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de
investigación :

"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL
AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO,
BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo
Zavaleta Peña Jorge Danko

Fecha: 10/09/2020

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

AGREGADO GRUESO (A.G)

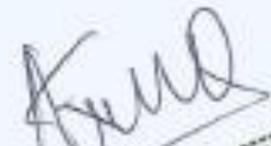
Análisis granulométrico

Tamiz	Abertura (mm)	P. malla + muestra (gr)
2"	50.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00
1"	25.00	0.00
3/4"	19.00	22.00
1/2"	12.50	1927.00
3/8"	9.50	1564.00
# 4	4.75	1748.00
# 8	2.36	199.00
# 16	1.18	0.00
fondo	-	23.00

AGREGADO FINO (A.F)

Análisis granulométrico

Tamiz	Abertura (mm)	P. malla + muestra (gr)
3/8"	9.500	0.00
#4	4.750	11.50
#8	2.360	150.40
#16	1.180	229.90
#30	0.600	356.40
#50	0.300	294.00
#100	0.150	180.60
#200	0.075	79.50
fondo	-	51.50



Alberto Rubén Viquez Díaz
ING. CIVIL
R. COP. N° 108228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación

:

"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo
Zavaleta Peña Jorge Danko

Fecha: 13 de Oct.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO CONCRETO PATRON

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	85	82	82
	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	23.6	23.6	23.6
	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Peso unitario			
Volumen de la tara (m ³)		0.0072	
Peso de la tara (kg)	3,512	3,512	3,512
Peso de concreto + tara (kg)	20,226	20,329	20,158

Elaboración de testigos

N° DIA	1° día
CÓDIGOS	AN-1
	AN-2
	AN-3
	AN-4
	AN-5
	AN-6
	AN-7
	AN-8
	AN-9
	AN-10
	AN-11
	AN-12
	AN-13
	AN-14

Fecha de ensayo 13 de Oct.


Albino Rubén Vázquez Díaz
Prof. Civil
R. Col. N° 168228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación :

"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo
Zavaleta Peña Jorge Danko

Fecha: 14 de Oct.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO CONCRETO PATRON

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asestamiento (mm)	77	75	76
	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	22.5	22.5	22.5
	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Peso unitario			
Volumen de la tara (m³)		0.0072	
Peso de la tara (kg)	3,512	3,512	3,512
Peso de concreto + tara (kg)	20,229	20,227	20,047

Elaboración de testigos

N° DIA	1° día
	BN-1
	BN-2
	BN-3
	BN-4
	BN-5
	BN-6
	BN-7
	BN-8
	BN-9
	BN-10
	BN-11
	BN-12
	BN-13
	BN-14

Fecha de ensayo: 14 de Oct.

[Firma]
Albino Rubén Yáñez Díaz
 ING. CIVIL
 R. C. N.º 166238

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo Fecha: 15 de Oct.
Zavaleta Peña Jorge Danko

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO CONCRETO PATRON

	Slump - 1	Slump - 2	Slump - 3
Asentamiento (mm)	57	60	59
	T-1	T-2	T-3
Temperatura (°C)	22.9	22.9	22.9
	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Peso unitario			
Volúmen de la tara (m³)		0.0072	
Peso de la tara (kg)	3,512	3,512	3,512
Peso de concreto + tara (kg)	20,147	20,146	20,145

Elaboración de testigos

Nº DIA	1º día
	CN - 1
	CN - 2
	CN - 3
	CN - 4
	CN - 5
	CN - 6
	CN - 7
	CN - 8
	CN - 9
	CN - 10
	CN - 11
	CN - 12
	CN - 13
	CN - 14
Fecha de ensayo	15 de Oct

[Firma manuscrita]
 Alvaro Rubén Vilasquez Diaz
 ING. CIVIL
 R. COP. N° 188228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de
investigación :

"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia Giancarlo
Zavaleta Peña Jorge Danko

Fecha: 16 de Oct.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO CONCRETO PATRON

	Stamp - 1	Stamp - 2	Stamp - 3
Asentamiento (mm)	53	52	53

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	23.6	23.4	23.4

Peso unitario	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)		0,0072	
Peso de la tara (kg)	3,512	3,512	3,512
Peso de concreto + tara (kg)	20,116	20,153	20,137

Elaboración de testigos

N° DIA	1° día
	DN - 1
	DN - 2
	DN - 3
	DN - 4
	DN - 5
	DN - 6
	DN - 7
	DN - 8
	DN - 9
	DN - 10
	DN - 11
	DN - 12
	DN - 13
	DN - 14
Fecha de ensayo	16 de Oct.

CÓDIGOS



Alberto R. Peña Viquez Díaz
ING. CIVIL
R. C. P. N° 156228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación :

"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores:

Plasencia Plasencia Giancarlo
Zavaleta Peña Jorge Danko

Fecha: 17 de
Oct.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO FRESCO CONCRETO PATRON

	Stump - 1	Stump - 2	Stump - 3
Asentamiento (mm)	52	50	54

	T - 1	T - 2	T - 3
Temperatura (°C)	22.6	22.6	22.6

Peso unitario	P.U - 1	P.U - 2	P.U - 3
Volumen de la tara (m ³)		0.0072	
Peso de la tara (kg)	3,512	3,512	3,512
Peso de concreto + tara (kg)	20,005	20,158	20,046

Elaboración de testigos

Nº DIA	1º día
	EN-1
	EN-2
	EN-3
	EN-4
	EN-5
	EN-6
	EN-7
	EN-8
	EN-9
	EN-10
	EN-11
	EN-12
	EN-13
	EN-14

Fecha de ensayo: 17 de Oct.

CÓDIGOS

Aspuro
Alberto Rodolfo Viquez Díaz
ING. CIVIL
R. C.P. Nº 168228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia, Giancarlo
Zavaleta Peña Jorge Danko

Fecha: 11 de Diciembre del 2021

Hora de Inicio: 11:30 A.M.
10 de Diciembre

Hora de Terminar: 10:00 A.M.
11 de Diciembre

ENSAYOS DE FISURACIÓN - AM

FISURACION AM-01	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.05
02	0.05
03	0.10
04	0.50
05	0.25
06	0.05
07	0.05
08	2.00
09	0.05
10	0.10
11	0.05
12	0.05
13	0.05
PROM.	0.26

FISURACION AM-02	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.30
02	0.10
03	0.05
04	0.05
05	0.40
06	0.40
07	0.30
08	2.00
PROM.	0.45



Alberto Rubén Vázquez Díaz
ING. CIVIL
R. C.P. Nº 160725

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de Investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Plasencia Plasencia, 12 de Diciembre del
 Autores: Giancarlo Fecha: 2021
 Zavaleta Peña Jorge Danko
 Hora de Inicio: 11:30 A.M. Hora de Terminar: 10:00 A.M.
 11 de Diciembre 12 de Diciembre

ENSAYOS DE FISURACIÓN - AM

FISURACION AM-03	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.30
02	0.60
03	1.20
04	2.00
05	0.50
06	0.05
07	0.05
08	0.05
PROM.	0.59

FISURACION AM-04	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.05
02	0.10
03	0.05
04	0.30
05	0.40
06	0.05
PROM.	0.16



Alberto Rodríguez Vázquez Danko
 ING. CIVIL
 R. CIP. Nº 169328

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL
AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO,
BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Plasencia Plasencia, 18 de Diciembre del
Autorez: Giancarlo Fecha: 2021
Zavaleta Peña Jorge Danko
Hora de Inicio: 11:30 A.M. Hora de Terminio: 10:00 A.M.
17 de Diciembre 18 de Diciembre

ENSAYOS DE FISURACIÓN - BM

FISURACION BM-01	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.10
02	0.30
03	0.40
04	0.30
05	0.40
06	0.30
07	0.05
08	0.25
PROM.	0.26

FISURACION BM-02	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.25
02	0.40
03	0.10
04	0.30
05	0.10
PROM.	0.23


Alberto Fajardo Vázquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. Nº 156025

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Plasencia Plasencia,
Autores: Giancarlo Zavaleta Peña Jorge Danko
Fecha: 19 de Diciembre del 2021

Hora de Inicio: 11:30 A.M. 18 de Diciembre
Hora de Terminar: 10:00 A.M. 19 de Diciembre

ENSAYOS DE FISURACIÓN - BM

FISURACION BM-03	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.40
02	0.25
03	0.40
04	0.70
05	1.00
06	1.30
07	1.00
08	0.80
09	0.50
10	0.05
11	0.25
12	0.25
13	0.10
PROM.	0.54

FISURACION BM-04	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.05
02	0.25
03	0.40
04	0.50
05	0.25
06	0.05
07	0.30
08	0.30
09	0.25
PROM.	0.26


Alberto Rubén Viquez Díaz
ING. CIVIL
R. O.P. N° 166228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de Investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia, Giancarlo
Zavaleta Peña Jorge Danko

Fecha: 22 de Diciembre del 2021

Hora de Inicio: 11:30 A.M.
21 de Diciembre

Hora de Terminar: 10:00 A.M.
22 de Diciembre

ENSAYOS DE FISURACIÓN - CM

FISURACION CM-01	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.05
02	0.10
03	0.25
04	0.30
05	0.40
06	0.25
07	0.05
08	0.05
09	0.05
PROM.	0.17

FISURACION CM-02	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.05
02	0.10
03	0.25
04	0.30
05	0.30
06	0.25
07	0.25
08	0.10
09	0.05
10	0.05
PROM.	0.17

Agudo

Alberg Ruben Viquez Diaz
ING. CIVIL
R. CIP. N° 106228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL
AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO,
BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia, Giancarlo
Zavaleta Peña Jorge Danko

Fecha: 24 de Diciembre del
2021

Hora de Inicio: 11:30 A.M.
23 de Diciembre

Hora de
Termino: 10:00 A.M.
24 de Diciembre

ENSAYOS DE FISURACIÓN - CM

FISURACION CM-03	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.05
02	0.25
03	0.25
04	0.25
05	0.25
06	0.25
07	0.40
08	0.10
PROM.	0.23

FISURACION CM-04	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.05
02	0.30
03	0.25
04	0.05
05	0.50
06	0.25
07	0.10
PROM.	0.21



Alberto Rubén Viquez Díaz
ING. CIVIL
R. O.P. Nº 166278

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLI PROPILENO EN EL
AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO,
BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

Autores: Plasencia Plasencia, Giancarlo Fecha: 29 de Diciembre del
Zavaleta Peña Jorge Danko 2021
Hora de Inicio: 11:30 A.M. Hora de Termin: 10:00 A.M.
28 de Diciembre 29 de Diciembre

ENSAYOS DE FISURACIÓN -
DM

FISURACION DM-01	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.00
02	0.00
03	0.00
04	0.00
05	0.00
06	0.00
07	0.00
08	0.00
09	0.00
PROM.	0.00

FISURACION DM-02	
Nº de Fis.	Ancho de fisura (mm.)
01	0.00
02	0.00
03	0.00
04	0.00
05	0.00
06	0.00
07	0.00
PROM.	0.00



Alberto Rábón Viquez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. Nº 166228

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Proyecto de investigación : **"INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"**

Autores: Plasencia Plasencia, Giancarlo
Zavaleta Peña, Jorge Danilo
Fecha: 10 de Diciembre del 2021
Hora de Inicio: 10:00 A.M.
10 de Diciembre
Hora de Termina: 3:00 P.M.
10 de Diciembre

ENSAYOS PARA DETERMINAR LA TASA DE EVAPORACION DEL AGUA

PESO DE TARA + AGUA

Nº	Peso en (Kg.)
T0	1552.89
T10	1551.18
T20	1549.42
T30	1547.85
T40	1546.13
T50	1544.38
T60	1542.70

PESO DE TARA + AGUA

Nº	Peso en (Kg.)
T0	1548.12
T10	1546.44
T20	1544.68
T30	1543.02
T40	1541.30
T50	1539.58
T60	1537.91

PESO DE TARA + AGUA

Nº	Peso en (Kg.)
T0	1546.11
T10	1546.11
T20	1546.11
T30	1546.11
T40	1546.11
T50	1546.11
T60	1546.11

Nº DIA 1º día
TS - 01
CÓDIGOS TS - 02
TS - 03
Fecha de elaboracion 28/12/2020

[Handwritten Signature]
Alberth Pinedo - Constant Díaz
I. ING. CIVIL
R. CIP. Nº 166228

ANEXO N ° 8 – Caracterización de los agregados

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO

NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

INVESTIGADORES: - Plasencia Plasencia Giancarlo Steve
- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CLACULO 10/01/2021

MATERIAL: Agregado Grueso

PROCEDENCIA: Cantera Quebrada El Leon - El milagro

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr.	118.4	118.2	
Peso recipiente + muestra humeda	gr.	1265.0	1107.6	
Peso recipiente + muestra seca	gr.	1260.3	1103.1	
Peso de muestra humeda	gr.	1146.6	989.4	
Peso de muestra seca	gr.	1141.9	984.9	
Peso de agua	gr.	4.7	4.5	
Contenido de humedad	%	0.4	0.5	0.5

PESO UNITARIO DE AGREGADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL
CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

INVESTIGADORES: - Plasencia Plasencia Giancarlo Steve
- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CALCULO 10/01/2021

MATERIAL: Agregado Fino

PROCEDENCIA: Cantera Quebrada El Leon - El milagro

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	gr.	18.440	18.392	18.469	
Peso recipiente + muestra apisonada	gr.	19.478	19.435	19.466	
Peso recipiente	gr.	6.859	6.859	6.859	
Peso de muestra en estado suelto	gr.	11.581	11.533	11.61	
Peso de muestra en estado compactado	gr.	12.619	12.576	12.607	
Volumen de recipiente	gr.	0.0072	0.0072	0.0072	
Peso unitario suelto	kg/m3	1608	1602	1613	1608
Peso unitario compactado	kg/m3	1753	1747	1751	1750

MATERIAL PASANTE MALLA N°200

NORMA DE ENSAYO NTP 400.018

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL
CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

INVESTIGADORES: - Plasencia Plasencia Giancarlo Steve
- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CALCULO 10/01/2021

MATERIAL: Agregado Fino

PROCEDENCIA: Cantera Quebrada El Leon - El milagro

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr.	267	268	
Peso recipiente + muestra seca	gr.	3373	3412	
Peso recipiente + muestra seca lavada	gr.	3368	3403	
Peso de muestra seca	gr.	3106	3144	
Peso de muestra seca lavada	gr.	3101	3155	
Peso de material pasante malla N° 200	gr.	5	9.00	
Material pasante malla N° 200	%	0.2	0.3	0.2

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

INVESTIGADORES: - Plasencia Plasencia Giancarlo Steve
- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CALCULO 10/01/2021

MATERIAL: Agregado Fino

PROCEDENCIA: Cantera Quebrada El Leon - El milagro

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente + muestra seca	gr.	3019.4	316.1	
Peso recipiente + muestra seca lavada	gr.	3045.5	3041.3	
Peso de muestra seca lavada	gr.	1927.8	1916.7	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.70	2.68	2.69
Peso específico base sss	gr/cm ³	2.72	2.70	2.71
Abosrción	%	0.9	0.3	0.6

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

INVESTIGADORES: - Plasencia Plasencia Giancarlo Steve
- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CALCULO

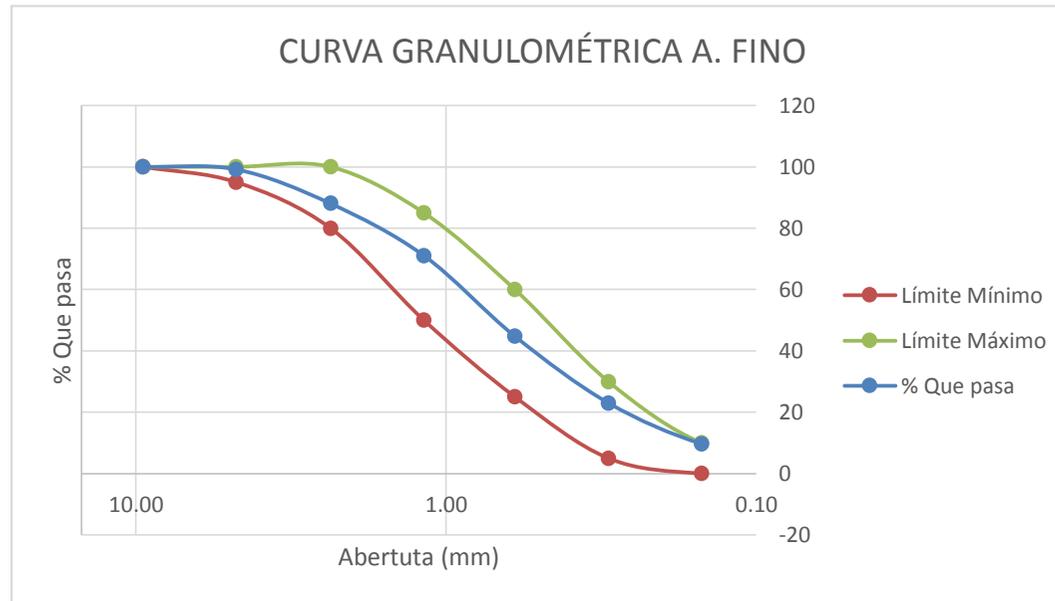
10/01/2021

MATERIAL: Agregado Fino

PROCEDENCIA: Cantera Quebrada El Leon - El milagro

Análisis granulométrico de Agregado Grueso									
Tamiz	Abertura (mm)	P. malla + muestra (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acumulado	% Que pasa	Límites (NTP 400.037)		Datos de la muestra	
						Mínimo	Máximo		
3/8"	9.50	0.00	0	0	100	100	100		
#4	4.75	11.50	0.8	0.8	99	95	100	Característica físicas	
#8	2.36	150.40	11.1	12.0	88	80	100	Tamaño Max. Nom.:	3/4"
#16	1.18	229.90	17.0	28.9	71	50	85	Cont. De Humedad:	0.40%
#30	0.60	356.40	26.3	55.3	45	25	60	Modulo de Finura:	6.60
#50	0.30	294.00	21.7	77.0	23	5	30		
#100	0.15	180.60	13.3	90.3	10	0	10		
#200	0.08	79.50	5.9	96.2	4	0	5		
fondo	0.00	51.50	3.8	100.0	0	-	0		
		1353.80	100						

Figura 13. Curva granulométrica Agregado Fino



Fuente: Laboratorio

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO

NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

INVESTIGADORES: - Plasencia Plasencia Giancarlo Steve
- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CALCULO 10/01/2021

MATERIAL: Agregado Grueso

PROCEDENCIA: Cantera Quebrada El Leon - El milagro

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr.	267	268	
Peso recipiente + muestra humeda	gr.	3385	3423	
Peso recipiente + muestra seca	gr.	3373	3412	
Peso de muestra humeda	gr.	3118	3155	
Peso de muestra seca	gr.	3106	3144	
Peso de agua	gr.	12	11	
Contenido de humedad	%	0.4	0.3	0.4

PESO UNITARIO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL
CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

INVESTIGADORES: - Plasencia Plasencia Giancarlo Steve
- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CALCULO 10/01/2021

MATERIAL: Agregado Grueso

PROCEDENCIA: Cantera Quebrada El Leon - El milagro

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	gr.	17.131	17.176	17.205	
Peso recipiente + muestra apisonada	gr.	18.260	18.292	18.317	
Peso recipiente	gr.	6.859	6.859	6.857	
Peso de muestra en estado suelto	gr.	10.272	10.317	10.348	
Peso de muestra en estado compactado	gr.	11.401	11.433	11.460	
Volumen de recipiente	gr.	0.0072	0.0072	0.0072	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1427	1433	1437	1432
Peso unitario compactado	kg/m ³	1583	1588	1592	1588

MATERIAL PASANTE MALLA N°200

NORMA DE ENSAYO NTP 400.018

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL
CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

INVESTIGADORES: - Plasencia Plasencia Giancarlo Steve
- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CALCULO 10/01/2021

MATERIAL: Agregado Grueso

PROCEDENCIA: Cantera Quebrada El Leon - El milagro

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr.	267	268	
Peso recipiente + muestra seca	gr.	3373	3412	
Peso recipiente + muestra seca lavada	gr.	3368	3403	
Peso de muestra seca	gr.	3106	3144	
Peso de muestra seca lavada	gr.	3101	3155	
Peso de material pasante malla N° 200	gr.	5	9.00	
Material pasante malla N° 200	%	0.2	0.3	0.3

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

INVESTIGADORES: - Plasencia Plasencia Giancarlo Steve
- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CALCULO 10/01/2021

MATERIAL: Agregado Grueso

PROCEDENCIA: Cantera Quebrada El Leon - El milagro

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente + muestra seca	gr.	3019.4	316.1	
Peso recipiente + muestra seca lavada	gr.	3045.5	3041.3	
Peso de muestra seca lavada	gr.	1927.8	1916.7	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.70	2.68	2.69
Peso específico base sss	gr/cm ³	2.72	2.70	2.71
Abosrción	%	0.9	0.3	0.6

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO,
BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

INVESTIGADORES: - Plasencia Plasencia Giancarlo Steve
- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CALCULO

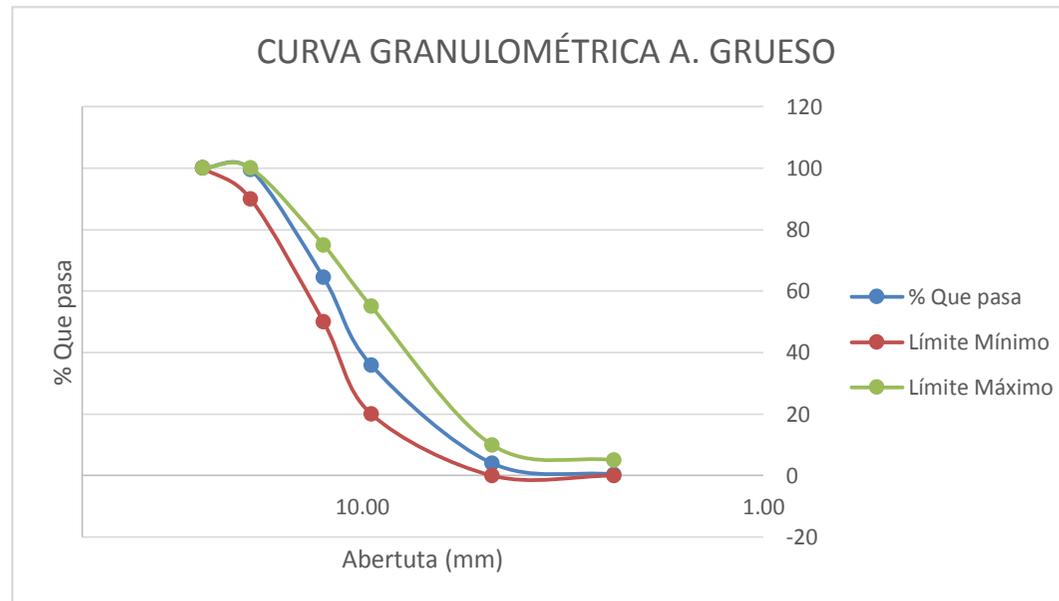
10/01/2021

MATERIAL: Agregado Grueso

PROCEDENCIA: Cantera Quebrada El Leon - El milagro

Análisis granulométrico de Agregado Grueso									
Tamiz	Abertura (mm)	P. malla + muestra (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acumulado	% Que pasa	Límites Huso 67 (NTP 400.037)		Datos de la muestra	
						Mínimo	Máximo		
2"	50.00	0.00	-	-	-				
1 1/2"	37.50	0.00	-	-	-			Característica físicas	
1"	25.00	0.00	0.0	0.0	100	100.00	100.00	Tamaño Max. Nom.:	3/4"
3/4"	19.00	22.00	0.4	0.4	99.6	90.00	100.00	Cont. De Humedad:	0.40%
1/2"	12.50	1927.00	35.1	35.5	64.4			Modulo de Finura:	6.60
3/8"	9.50	1564.00	28.5	64.1	35.9	20.00	55.00		
# 4	4.75	1748.00	31.9	96.0	4.0	0.00	10.00		
# 8	2.36	199.00	3.6	99.6	0.4	0.00	5.00		
# 16	1.18	0.00	0.0	99.6	0.4				
fondo	-	23.00	0.4	100	0.0				
		5483.00	100						

Figura 14. Curva granulométrica Agregado Fino



Fuente: Laboratorio

ANEXO N° 9 – Normas aplicadas a la investigación

NORMA TÉCNICA **NTP 339.185**
PERUANA **2013**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

**AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para
contenido de humedad total evaporable de agregados por
secado**

CONCRETE. Standard test method for total evaporable moisture content of aggregate by drying

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la norma ASTM C 566-13 Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2013-08-07
2ª Edición

R-0054-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-08-24
I.C.S.: 91.100.30
Descriptores: Agregados, secado, contenido de humedad

Precio basado en 08 páginas
ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

© ASTM 2013 - © INDECOPI 2013

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 400.012
2013 (revisada el 2018)**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Carnelitas 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado
fino, grueso y global**

AGGREGATES. Standard test method for sieve analysis of fine, coarse and global aggregates

**2018-06-27
3ª Edición**

R.D. N° 016-2018-INACAL/DN. Publicada el 2018-07-18

Precio basado en 15 páginas

LC.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Agregado, agregado grueso, agregado fino, gradación, tamizado, análisis granulométrico

© INACAL 2018

NORMA TÉCNICA	NTP 400.017
PERUANA	2011

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Bases Comerciales No Arancelarias - INDECOPI
Calle De la Prusa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados

AGGREGATE. Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 29/C29M-2009 Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International.

2011-02-02
3ª Edición

R.0002-2011/ CNS- INDECOPI. Publicada el 2011-03-12 Precio basado en 14 páginas
I.C.S.: 91.100.30 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptor: Agregados, densidad de masa, agregado grueso, densidad, agregado fino, peso unitario, vacíos en agregados

NORMA TÉCNICA **NTP 400.018**
PERUANA **2002**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

**AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para
determinar materiales más finos que pasan por el tamiz
normalizado 75 μm (N^o 200) por lavado en agregados**

AGGREGATES. Standard test method for determine materials finer than 75 μm (N^o 200) sieve in
aggregates by washing

2002-05-16
2^a Edición

R.0048-2002/INDECOPI-CRT.Publicada el 2002-05-30
I.C.S.: 91.100.30

Precio basado en 09 páginas
ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

NORMA TÉCNICA	NTP 400.021
PERUANA	2002

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso

AGGREGATES. Standard test method for specific gravity and absorption of coarse aggregate

2002-05-16
2ª Edición

R.0048-2002/INDECOPI-CRT Publicada el 2002-05-30
I.C.S.: 91.100.30

Precio basado en 08 páginas
ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.034
2015**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 39/C 39M 2015 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2015-12-22
4ª Edición**

R.N°015-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-31

Precio basado en 19 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Hormigón, concreto, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 400.022
2013**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

**AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la
densidad, la densidad relativa (peso específico) y
absorción del agregado fino**

AGGREGATES. Standard test method Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of
Fine Aggregate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 128-2012
Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine
Aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA
19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2013-12-26
3ª Edición**

R. 0113-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-01-16 Precio basado en 20 páginas
I.C.S.: 91.100.30 **ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**
Descriptor: absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado
fino, densidad relativa, gravedad específica



Designation: C1579 – 06

Standard Test Method for Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete (Using a Steel Form Insert)¹

This standard is issued under the fixed designation C1579; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope

1.1 This test method compares the surface cracking of fiber reinforced concrete panels with the surface cracking of control concrete panels subjected to prescribed conditions of restraint and moisture loss that are severe enough to produce cracking before final setting of the concrete.

1.2 This test method can be used to compare the plastic shrinkage cracking behavior of different concrete mixtures containing fiber reinforcement.

1.3 The values stated in SI units are to be regarded as the standard.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. (Warning— fresh hydraulic cementitious mixtures are caustic and may cause chemical burns to skin and tissue upon prolonged exposure.)²*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:³

C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

C143/C143M Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete

C192/C192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

C403/C403M Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance

C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

C995 Test Method for Time of Flow of Fiber-Reinforced Concrete Through Inverted Slump Cone⁴

3. Summary of Test Method

3.1 Panels of control concrete and fiber reinforced concrete are prepared in a prescribed manner and are exposed to controlled drying conditions after finishing. The drying conditions (See **Note 1**) are intended to be severe enough to induce plastic shrinkage cracking in test panels made of control concrete. The evaporation rate from a free water surface is monitored by pans placed next to the panels in the environmental chamber.

Note 1—An important parameter in this method is the rate of evaporative water loss, which is controlled by the atmospheric conditions surrounding the test specimens. Since the concrete specimens will not always have the same rate of water evaporation as the pan of water (due to evaporative and bleeding effects), the rate of evaporation of 1.0 kg/m²·h from the pan of water represents the minimum evaporation rate that must be attained for this test (1).⁵ The moisture loss from the concrete test panels can also be monitored and reported, however, the rate of evaporation from the free surface of the water in the pan is the parameter that should be used to quantify the drying environment.

3.2 The test is terminated at the time of final setting of the concrete determined in accordance with Test Method **C403/C403M**. At 24 h from initial mixing, the average crack width is determined.

3.3 A cracking reduction ratio (CRR) is computed from the average crack width for the fiber-reinforced concrete panels and the average crack width for the control concrete panels.

4. Significance and Use

4.1 The test method is intended to evaluate the effects of evaporation, settlement, and early autogenous shrinkage on the plastic shrinkage cracking performance of fiber reinforced

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.42 on Fiber-Reinforced Concrete.

Current edition approved Feb. 15, 2006. Published March 2006. DOI: 10.1520/C1579-06.

² Section on Safety Precautions, Manual of Aggregate and Concrete Testing, Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.02.

³ For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

⁴ Withdrawn. The last approved version of this historical standard is referenced on www.astm.org.

⁵ The boldface numbers in parentheses refer to the list of references at the end of this standard.

**ANEXO N ° 10 – Resultados de la tasa de evaporación del agua dentro de la
cámara ambiental**

**TASA DE EVAPORACION DEL AGUA
REALIZADO EN LA CAMARA AMBIENTAL**

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO EN EL AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN EL CONCRETO, BAJO CONDICIONES CRÍTICAS DE EVAPORACIÓN, TRUJILLO - 2020"

- Plasencia Plasencia Giancarlo

INVESTIGADORES: Steve

- Zavaleta Zavaleta Jorge Danko

LUGAR: Trujillo - La Libertad

FEHA DE MEMORIA DE CALCULO 10/01/2021

MATERIAL: Agua

Cantera Quebrada El Leon - El

PROCEDENCIA: milagro

Descripción	TIEMPO (MIN)	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	PROMEDIO
Peso recipiente + agua	0	gr.	1552,89	1548,12	1546,11	
Peso recipiente + agua	10	gr.	1551,18	1546,44	1544,33	
Peso recipiente + agua	20	gr.	1549,42	1544,68	1542,6	
Peso recipiente + agua	30	gr.	1547,85	1543,02	1540,88	
Peso recipiente + agua	40	gr.	1546,13	1541,30	1539,17	
Peso recipiente + agua	50	gr.	1544,38	1539,58	1537,53	
Peso recipiente + agua	60	gr.	1542,70	1537,91	1535,94	
Agua evaporada	--	gr.	10,19	10,21	10,17	
Area de superficie	--	m ²		0,01767		
TASA DE EVAPORACIÓN	--	Kg/m ² *h	0,577	0,578	0,576	0,577

ANEXO N ° 11 – Hipótesis Específicas

HIPOTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
<p>Con la adición de las fibras de polipropileno reducirá el agrietamiento por contracción plástica en el concreto, tomando en cuenta la normativa ASTM C1579.</p>	<p><i>Variables</i></p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El agrietamiento por contracción plástica <p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las fibras de polipropileno 	<p><i>Unidad de análisis</i></p>	<p><i>Conectores lógicos</i></p>	<p><i>El espacio</i></p>	<p><i>El tiempo</i></p>
<p>HIPOTESIS ESPECIFICAS:</p> <p>Con el empleo de las siguientes dosificaciones de fibra de polipropileno: 300 gr/m³, 600 gr/m³, 900 gr/m³ y 1200 gr/m³ reducirá el agrietamiento por contracción plástica en el concreto.</p>	<p>VARIABLE INTERVINIENTE:</p> <p>Condiciones críticas para el agrietamiento del concreto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Humedad • Velocidad del viento 	<p>Concreto convencional f'c= 210 Kg/cm²</p>	<p>Reduce</p>	<p>Laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS SAC</p>	<p>2020</p>