



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo-  
2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Araujo Novoa, Arnaldo Josué

**ASESOR:**

Ing. Farfán Córdova, Marlon Gastón

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

TRUJILLO-PERÚ

**2018**

## **PÁGINA DEL JURADO**

---

Dr. Alan Yordan Valdivieso Velarde  
Presidente

---

Mg. Hilbe Santos Rojas Salazar  
Secretario

---

Mg. Marlon Gastón Farfán Córdova  
Vocal

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación principalmente a Dios, por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Arnaldo Fernando Araujo Morgan y María Vilma Novoa Cacho por brindarme todo el apoyo incondicional en todo momento y haberme dado todos los consejos necesarios para llegar a todos mis objetivos.

A mis hermanas Vilma Maribel Araujo Novoa, Mercy Aleida Araujo Novoa, Isabel Janeth Araujo Novoa y Evelyn Diana Araujo Novoa por darme su amor incondicional y paciencia.

A mis abuelitos que en paz descansen, Fernando Araujo Zavaleta y Petronila Morgan Arteaga, que desde el cielo me cuidan y me abrieron camino para poder llegar a este momento tan importante para mí.

A mis amigos de la Escuela de Ingeniería Civil del X ciclo, por formar parte del proceso de aprendizaje y trabajo, que siempre los llevare conmigo en todo momento.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por abrirme camino para llegar hasta aquí y poder concluir esta etapa de mi vida.

A mis padres les dedico todo esto, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto en mi desarrollo profesional. Darles gracias por los valores impartidos de respeto, amistad, sinceridad, sencillez, responsabilidad los cuales me ayudaron a cumplir muchas de mis metas trazadas.

A mi asesor Marlon Gastón Farfán Córdova por brindarme su tiempo y apoyo incondicional para poder concluir con la presente investigación.

Mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que creyeron en mí, ya que sin su apoyo incondicional no hubiera logrado la presente investigación, a todos mis docentes por la orientación, seguimiento y supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de este proceso.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Arnaldo Josué Araujo Novoa, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 73210330; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Diciembre de 2018

---

Arnaldo Josué Araujo Novoa

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: “Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo-2018”, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene las fibras de acero y polipropileno en un proyecto Estructural de Ingeniería con la finalidad de mejorar las características físicas y mecánicas del concreto, para que tenga un mejor comportamiento frente a factores externos.

---

Arnaldo Josué, Araujo Novoa

## ÍNDICE

<b>PÁGINA DEL JURADO</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	v
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	13
1.1. Realidad problemática .....	13
1.2. Trabajos previos .....	14
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	18
1.3.1. El concreto y sus propiedades .....	18
1.3.2. Fibras en el concreto .....	34
1.3.3. Análisis de agregados .....	35
1.3.4. Ensayos para el concreto .....	40
1.4. Formulación del problema .....	43
1.5. Justificación del estudio .....	43
1.6. Hipótesis .....	43
1.7. Objetivos .....	44
1.7.1. Objetivo general .....	44
1.7.2. Objetivos específicos .....	44
<b>II. MÉTODO</b> .....	45
2.1. Diseño de investigación .....	45
2.2. Variables y operacionalización .....	45
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	48
2.4. Población y muestra .....	48

2.5.	Métodos de análisis de datos .....	49
2.6.	Aspectos éticos.....	49
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
3.1.	Estudio de análisis de materiales.....	50
3.1.1.	Generalidades .....	50
3.1.2.	Metodología de trabajo.....	50
3.1.3.	Trabajo de campo .....	50
3.1.4.	Análisis de agregados.....	51
3.2.	Diseño de Mezclas por el método ACI .....	62
3.3.	Cálculo de cantidad de materiales .....	63
3.4.	Ensayo por resistencia a compresión.....	64
3.4.1.	Ensayos de concreto fresco .....	64
3.4.2.	Ensayos de concreto endurecido .....	65
<b>IV.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>74</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>80</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>85</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Factores de corrección.....	26
Cuadro 2. Resistencia a la compresión promedio. ....	27
Cuadro 3. Control de Calidad en obra.....	27
Cuadro 4. Tamaños máximos nominales. ....	28
Cuadro 5. Asentamientos recomendados para varios tipos de construcciones. ....	29
Cuadro 6. Volumen unitario de agua. ....	29
Cuadro 7. Contenido de aire atrapado.....	30
Cuadro 8. Relación de agua/cemento por resistencia.....	31
Cuadro 9. Máxima relación de agua/cemento para concretos expuestos a condiciones especiales. .....	32
Cuadro 10. Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	33
Cuadro 11. Tamaño de tamices.....	36
Cuadro 12. Diámetro nominal de partículas.....	37
Cuadro 13. Análisis granulométrico para agregado fino.....	51
Cuadro 14. Granulometría del agregado grueso.....	53
Cuadro 15. Peso específico y absorción de agregados finos.....	54
Cuadro 16. Peso específico y absorción de agregados gruesos.....	56
Cuadro 17. Contenido de humedad para agregado fino.....	57
Cuadro 18. Contenido de humedad para agregado grueso.....	58
Cuadro 19. Peso unitario suelto y compactado para agregado fino.....	60
Cuadro 20. Peso unitario suelto y compactado para agregado grueso.....	61
Cuadro 21. Valores de diseño finales por metro cubico de mezcla.....	62
Cuadro 22. Proporciones de mezcla de diseño.....	63
Cuadro 23. Cantidad de fibras de acero por probeta.....	63
Cuadro 24. Calculo de materiales para 3 probetas.....	64
Cuadro 25. Asentamiento máximo en el concreto fresco.....	64
Cuadro 26. Resultados de prueba de resistencia a la compresión.....	67
Cuadro 27. Máxima resistencia a la compresión para 14 y 28 días.....	69
Cuadro 28. Porcentaje de variación con respecto al grupo control.....	70
Cuadro 29. Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión.....	71
Cuadro 30. Análisis descriptivo de medias de la resistencia a compresión.....	71
Cuadro 31 Análisis estadístico comparativo a medias (ANOVA de un factor).....	72
Cuadro 32. Relación entre grupos de ensayos.....	72
Cuadro 33. Comparación múltiple entre muestras.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resistencia a la compresión del concreto en función de su edad.....	24
Figura 2. Curva granulométrica para agregado fino.....	52
Figura 3. Curva granulométrica para el agregado grueso.....	53
Figura 4. Fiola en baño María con muestra llena de agua.....	55
Figura 5. Peso sumergido de muestra saturada sumergida.....	56
Figura 6. Muestra secada al horno. ....	59
Figura 7. Peso unitario suelto de la muestra y el molde.....	60
Figura 8. Varillado al agregado grueso para el peso unitario compactado .....	61
Figura 9. Temperatura al concreto fresco.....	65
Figura 10. Periodo de curado. ....	66
Figura 11. Probetas cilíndricas en piscina de curado. ....	66
Figura 12. Resistencia a la compresión por probeta.....	68
Figura 13. Máxima resistencia a la compresión. ....	69
Figura 14. Máxima resistencia a la compresión para 28 días.....	70

## RESUMEN

Esta investigación está referida al estudio del concreto estructural, a causa que en los últimos años se ha venido analizando y probando una serie de materiales con la finalidad de optimizar, mejorar el desempeño y buscar la reducción del cemento, por ello: El objetivo general planteado es evaluar la influencia de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto. Para ello, se realizaron una serie de ensayos de laboratorio a materiales escogidos aleatoriamente como; granulometría, peso específico, capacidad de absorción y contenido de humedad, peso unitario suelto y peso unitario compactado, de acuerdo a lo estipulado en las normas técnicas peruanas y la ASTM. El ensayo de resistencia a la compresión, se determinó mediante cuatro grupos que comprende 48 especímenes distribuidos en cada grupo control y experimental de acuerdo a los días de curado. Para cada grupo experimental se realizaron 6 ensayos, los cuales resultaron del promedio de 2 especímenes. El ensayo de resistencia a la compresión se determinó por cuatro grupos con seis especímenes para obtener 3 resultados, la cual fue dosificada para una resistencia promedio a la compresión  $f'_{cr}$  de 294 kg/cm<sup>2</sup> (28.8 MPa) de la norma de concreto armado E 060, el grupo G1 presentó una dosificación de fibras de acero y polipropileno del 10% por 25 kg/m<sup>3</sup> y 600 gr/m<sup>3</sup>, el grupo G2 presento una dosificación de fibra de acero y polipropileno de 15% por 25 kg/m<sup>3</sup> y 600 gr/m<sup>3</sup>, el G3 tuvo el mayor porcentaje de fibras de acero y polipropileno, adicionando el 20% por 25kg/m<sup>3</sup> y 600 gr/m<sup>3</sup>. Dichos especímenes fueron sometidos a prueba de compresión a la edad de 14 y 28 días, obteniendo como resultado que el grupo de mayor resistencia a la compresión es el G3 con una resistencia de 322.98 kg/m<sup>2</sup> (31.67 MPa), superando al grupo control en 8.10%.

Palabras clave: Concreto, resistencia, compresión, fibras de acero y fibras de polipropileno.

## ABSTRACT

This research is related to the study of structural concrete, because in recent years it has been analyzing and testing a series of materials in order to optimize, improve performance and seek the reduction of cement, therefore: The general objective raised is to evaluate the influence of steel and polypropylene fibers on the compressive strength of concrete. For this, a series of laboratory tests were carried out on randomly chosen materials such as; granulometry, specific gravity, absorption capacity and moisture content, loose unit weight and compacted unit weight, according to the stipulations of the Peruvian technical standards and the ASTM. The compression resistance test was determined by four groups comprising 48 specimens distributed in each control and experimental group according to the days of curing. For each experimental group, 6 trials were performed, which resulted from the average of 2 specimens. The compression strength test was determined by four groups with six specimens to obtain 3 results, which was dosed for an average compressive strength  $f'_{cr}$  of 294 kg/cm<sup>2</sup> (28.8 MPa) of the reinforced concrete norm E 060, group G1 presented a dosage of steel and polypropylene fibers of 10% for 25 kg/m<sup>3</sup> and 600 g/m<sup>3</sup>, group G2 presented a dosage of steel and polypropylene fiber of 15% for 25 kg/m<sup>3</sup> and 600 gr/m<sup>3</sup>, G3 had the highest percentage of steel and polypropylene fibers, adding 20% for 25kg/m<sup>3</sup> and 600g/m<sup>3</sup>. These specimens were subjected to a compression test at the age of 14 and 28 days, obtaining as a result that the group with the highest resistance to compression is G3 with a resistance of 322.98 kg/m<sup>2</sup> (31.67 MPa), surpassing the control group in 8.10%.

Keywords: Concrete, strength, compression, steel fibers and polypropylene fibers.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Hoy en día, uno de los materiales más usados en las construcciones civiles es el concreto, debido a que este presenta una gran versatilidad, trabajabilidad, durabilidad y tiene una gran resistencia que aporta mucho en sus estados físicos en el que se encuentre. El concreto se usa para un variado campo de aplicación, la cual se da en edificaciones, puentes, obras de arte, etc. La composición del concreto está dado por agregado grueso, agregado fino, agua y un aglomerante (cemento), y si fuera el caso con aditivo. Esta composición cuando llega a su estado de endurecimiento, es utilizada para diversas aplicaciones de la ingeniería, tanto para cimientos, sobrecimientos, pilares, columnas, vigas, losas ya sean nervadas o macizas, reservorios, puentes, etc (Rojas, 2015, p.2 ).

Las fibras le dan un mejor comportamiento al concreto antes y después del agrietamiento, la cual ha generado un mayor interés en las últimas décadas. Desde hace 4 décadas, se han utilizado tipos de fibras en el concreto de forma satisfactoria, debido a que mejora todas sus características físicas y mecánicas, y sobretodo le da mayor durabilidad al concreto. Anteriormente, los resultados de los estudios experimentales han indicado la capacidad de las fibras. Las ventajas más importante de la incorporación de filamentos de acero al concreto son: otorga tenacidad a flexión (absorbe energía después del agrietamiento), lo cual aumenta la resistencia a la cortante, tensión directa y a torsión, aumentando las propiedades de resistencia a impacto y a fatiga, potenciando el comportamiento de contracción y flujo plástico, aumentan la durabilidad en ciertas condiciones climáticas (ACI-544, 1996). La tendencia actual por emplear mejores materiales y sistemas constructivos, ha llevado a la utilización de fibras de acero para reforzar el concreto (Blender, 2015, p. 1).

En la actualidad, se han realizado diversos estudios que muestran a los filamentos de acero y polipropileno como una opción diferente para el diseño y construcción de estructuras que requieran características especiales. El empleo de fibras como un refuerzo adicional a los materiales de relleno, este se remonta varios años atrás. Décadas atrás, se experimentó con distintos tipos de refuerzos, entre ellos clavos, segmentos de cable y ganchos, que se remontan a 1910 (Sika, 2011, p. 6). Las fibras de acero

mayormente son usadas en concretos pre fabricados reforzados debido a que se usan en grandes áreas como losas de pavimentos rígidos (ligero, mediano y alto) en losas de concreto para reemplazar el acero y cimientos, en aeropuertos, puertos, fundaciones para equipos con vibración, tanques, reservorios, etc (Sika, 2015, p. 1).

El Grupo La República, 2013 en su publicación menciona que en nuestro país uno de los problemas más graves es el alto índice de construcción informal de viviendas. Ello no solamente genera un crecimiento desordenado de las ciudades, sino también es un peligro para las familias que construyen viviendas vulnerables. Cada año se levantan 50 mil viviendas informales sin licencia de construcción que no cumplen con un control de calidad del proyecto, materiales y proceso constructivo adecuado. Cabe indicar que el 50% se caracteriza por carecer de calidad. El resto de las edificaciones se ejecutan a través de los programas de viviendas y de la oferta inmobiliaria de las grandes constructoras.

En la ciudad de Trujillo, el boom inmobiliario que se ha generado en los últimos años no se ha dado de forma ordenada, así lo demuestran las estimaciones realizadas por la Gerencia de Desarrollo Urbano de la comuna provincial, la cual el 60% de las construcciones en el distrito es informal. No tener asesoría técnica trae consigo algunos problemas como consecuencia de la falta de conocimiento, tales como una deficiente estructuración de las viviendas, baja calidad en la construcción y deficiencias en la arquitectura (Municipalidad Provincial de Trujillo, 2015, p. 1).

El presente estudio, se verá inmerso en señalar las mejoras que se logren alcanzar por la aplicación de fibras de acero y polipropileno al concreto, así se obtiene nuevas consideraciones de diseño para las obras civiles.

## 1.2. Trabajos previos

Para la elaboración del presente proyecto, se ha realizado algunas investigaciones a nivel internacional y nacional que nos sirvió como guía para realizar nuestra investigación. Se analizó diversas fuentes, diseños anteriores y tesis que contengan información relacionada al proyecto a ser elaborado sobre la aplicación de fibras de polipropileno y acero en la mezcla del concreto.

Quintana y Valencia (2016) en su investigación “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%”, tuvieron como objetivo analizar como es el comportamiento de un concreto convencional y un concreto reforzado con la adición de fibras de acero al 12% y 14%, con la finalidad de saber mejora la capacidad de carga a alta compresión. Los resultados evidenciaron que la mezcla que ofreció una mejora en la resistencia a la compresión de los cilindros con fibra de acero con respecto a los cilindros sin fibra, notándose que la mezcla con adición del 14 % fue la más alta, obteniendo una resistencia promedio 24500 kg-f o de 4324 psi, superando en un 13,65 % la capacidad de resistencia a la compresión de la mezcla de concreto sin adición.

Aldana y Cañon (2016) en su investigación “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de concreto con fibras de polipropileno Sikafiber® Ad de Sika y Toc Fibra500 de Toxement”, la cual tuvieron como objetivo determinar experimentalmente las propiedades mecánicas de los concretos que tienen la adición de estas fibras de manera independiente. Los resultados que se obtuvieron es que mantiene el mismo comportamiento con la edad en concreto con fibras y concreto sin fibras, la cual demostró que con la adición de fibras de polipropileno no causo una mejora significativa en la resistencia a la compresión del concreto, sin embargo las fibras de polipropileno favorecen la manejabilidad del concreto fresco y al observar sus resultados en cuando a la fisuración se puede decir que estas serían de mayor utilidad en elementos estructurales con una gran área.

Armas (2016) en su investigación titulado “Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico”, la cual tuvo como objetivo determinar los efectos de la adición de fibra de polipropileno (Chema Fibra Ultrafina) en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico en la Región Lambayeque. Tuvieron como resultado que con la adición de polipropileno, el concreto mejoro sus propiedades mecánicas para efectos por compresión y flexión. Ambas propiedades se ven incrementadas con la aplicación de las fibras de polipropileno, aproximadamente en un 3% y 14% a la edad de 28 días, asimismo la dosis que se aplico fue de 400 gr/m<sup>3</sup> que genero una resistencia a la

compresión a los 28 días de 187.23, 216.32 y 307.93 kg/cm<sup>2</sup> para los diseños patrones de 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Sotil y Zegarra (2015) en su estudio titulado “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”, tuvieron como finalidad relacionar ordenadamente las propiedades mecánicas del concreto, en este caso la flexión, tenacidad y compresión del concreto sin refuerzo respecto al concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF3 y FF4 (80/60). En esta investigación buscaban estudiar los datos obtenidos de los componentes locales, como materiales de construcción y parámetros ingenieriles aplicados en la práctica nacional. Así mismo, se buscaban alcanzar una base de datos para la empresa Maccaferri, obteniendo los requisitos de trabajo más cercanos a la realidad en Perú, consiguiendo la expansión del producto en el mercado nacional. Llegaron a la conclusión que las fibras son una opción preventiva para verificar las limitaciones como el comportamiento frágil debido a esfuerzos de flexo-tracción y poco control de fisuración bajo la aplicación de cargas dirigida primordialmente a pavimentos y losas de concreto. Estas fibras aportan una mayor energía de rotura, consiguiendo el reemplazo de las armaduras de acero convencionales.

Montalvo (2015), en su estudio titulado “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”, en su tesis tiene como objetivo equiparar de manera teórica las propiedades mecánicas y físicas de un concreto sin refuerzo y el de un concreto reforzado incorporado con fibras de acero Wirand FF1, asimismo equiparar sus espesores. Obtuvo como conclusión que una desigualdad encontrada en los parámetros del diseño es la propiedad del concreto: en el Portland Cement Association (PCA) se emplea el módulo de rotura del concreto y en el TR-34 la resistencia a compresión, por otra parte, en el software PAVE 2008 sostuvo una base de datos que tiene una relación entre ambas propiedades de concreto.

Gutiérrez y Palomino (2015) en su investigación “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno y acero, y su uso en el control de fisuras por contracción plástica”, tenían como objetivo determinar el comportamiento físico mecánico del concreto reforzado implementado con filamentos de acero y

polipropileno; y su aplicación óptima en la observación de fisuras. Concluyen que, para la resistencia a la compresión, en un concreto de resistencia  $280 \text{ kg/cm}^2$  al adherir fibras CHO 80/60 para dosificaciones de 20, 25 y  $30 \text{ kg/m}^3$ , aumenta incluso un 19%, 23% y 22%. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y  $9 \text{ kg/m}^3$ , aumenta hasta un 8%, 21% y 17%. De la misma manera para la resistencia a la flexotracción e impacto mediante el método Walker para un  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  al incorporar fibra CHO 80/60 y fibra PP65 en las mismas dosificaciones, la resistencia se incrementa considerablemente.

De la Cruz y Quispe (2014) en su investigación denominada “Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de huamanga – Ayacucho”, tienen como objetivo determinar la influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos rígidos en la construcción de pistas en la Provincia de Huamanga- Ayacucho. Tuvieron como resultado que la adición de filamentos de acero, influye sobre la propiedad del concreto en estado fresco, predominando la reducción de la trabajabilidad, el asentamiento de la mezcla reduce de  $3\frac{1}{4}''$  a  $3''$ ; igual se encuentran dentro de las tolerancias que se indica en la norma ASTM (American Society for Testing and Materials).

Elizondo, Monge y Navas (2013) en su investigación “Evaluación del Comportamiento de la Fatiga de una Mezcla de Concreto MR-45 MPa con Adición de Polipropileno”, tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento a fatiga de una mezcla de concreto hidráulico con Módulo Resiliente 4,5 MPa con adición de fibras de polipropileno. Concluyeron que puede garantizarse que la añadidura de fibras de polipropileno incide en la ganancia de resistencia a la compresión de una mezcla de concreto, en dosificaciones de hasta 0,3% del volumen de mezcla.

Fernández (2013) en su investigación denominada “Hormigones reforzados con fibras de acero”, tuvo como objetivo mejorar las cualidades del hormigón. En su estudio nos dice que la aplicación de filamentos de acero en el concreto mejora su comportamiento a flexotracción, incrementa su resistencia a la rotura, aumenta su resistencia a la tracción, a la fatiga dinámica e incremento de la durabilidad del concreto, ligero aumento de resistencia a la compresión, fuerte absorción y disipación de energía antes de romper, fisuración controlada y resistencia elevada a los choques térmicos.

Carmona y Cabrera (2009) en su investigación denominada “Comportamiento al corte de hormigones reforzado con fibras de acero”, tuvieron como objetivo implementar el ensayo de corte establecido en la Sociedad Japonesa de Ingeniería Civil (JSCE) - SF6, modificado, y determinar el efecto del contenido y de la correlación de aspecto de la fibra en la tenacidad de los hormigones reforzados con fibras de acero, sujetos a esfuerzos de corte. Utilizaron el método JSCE-SF6 rectificado, pudiendo elaborar ensayos de corte en forma estable, que les permitan cuantificar el efecto de la incorporación de fibras en el comportamiento del hormigón. Tuvieron como resultado obtenido una resolución eficaz de las fibras empleadas en el comportamiento post - fisuración del hormigón, observaron los filamentos presentaban un buen anclaje al hormigón, que les permitieron implicarse de forma adecuada antes las gestiones a las que fueron sometidas.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

El uso de las filamentos de acero y polipropileno en el concreto es muy escaso, por lo cual se establece una investigación para dar a conocer que estas fibras brindan muchos beneficios al concreto, y conlleva que estas fibras se vuelvan más conocida y así incorporar su uso en todo el Perú, debido a que la incorporación de filamentos de acero y polipropileno en la actualidad brindan un mejor rendimiento a las estructuras, tales como evitar el fisuramiento por contracción, aumentar la resistencia al impacto y a la fatiga, brindar un aumento de resistencia a la flexión y tracción.

#### 1.3.1. El concreto y sus propiedades

##### 1.3.1.1. Definición del concreto

El concreto es una mezcla de material aglutinante (Cemento Portland), un material de relleno (agregado fino y agregado grueso), agua y eventualmente aditivos, para acelerar, retardar o mejorar sus características, lo cual que al endurecerse forma un todo compacto (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión (Sánchez de Guzmán, 2001, p. 19).

### 1.3.1.2. Componentes y complementos del concreto

El concreto está conformado por agua, grava, arena, cemento y en ocasiones la incorporación de aditivos. Se procederá a enumerar cada uno de los componentes, sus funciones dentro del concreto, las características y cualidades para obtener un concreto de buena calidad (Gutiérrez de López, 2003, p. 34).

#### 1.3.1.2.1. Cemento

El cemento Portland se define, como el producto obtenido al pulverizar el Clinker con adición de yeso. El Clinker resulta de la calcinación de caliza y arcilla hasta una unión naciente de una mezcla adecuadamente dosificada de materiales silíceos, calcáreos y férricos (Gutiérrez de López, 2003, p. 35).

En la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009, se detallan diferentes tipos de Cemento Portland: Cemento tipo I, Cemento tipo II, Cemento tipo II (MH), Cemento tipo III, Cemento tipo IV, Cemento tipo V. de los cuales podemos indicar que el tipo I es de uso general, el tipo II permite una prudente resistencia a los sulfatos, el tipo II-MH presenta un prudente calor de hidratación y resistencia a los sulfatos, el tipo III presenta una elevada resistencia inicial, el tipo IV presenta bajo calor de hidratación y el tipo V presenta una elevada resistencia a sulfatos. El cemento empleado para realizar los ensayos, que se toma como base para la selección de la dosificación del concreto debe cumplir con las siguientes normas: a) Specification for Portland Cement, b) Specification for Blended Hydraulic Cements, c) Specification for Expansive Hydraulic Cement, d) Performance Specification for Hydraulic Cement (American Concrete Institute, 2005, p. 43).

#### 1.3.1.2.2. Agua

El agua viene a ser uno de los componentes esenciales para las mezclas de concreto o mortero ya que permite desarrollar la capacidad ligante del cemento. Por cada cierta cantidad de cemento se requiere una cantidad de agua que permita la hidratación del cemento, como también aumenta la fluidez de la mezcla obteniendo

de esta forma la manejabilidad apropiada para las mezclas frescas. (Gutiérrez de López, 2003, p. 46).

#### 1.3.1.2.3. Agregados

El volumen de un concreto es conformado por un 70% - 80% de agregados. Por ello se indica que de las propiedades de los agregados usados depende la mayoría de los aspectos de un concreto. (Gutiérrez de López, 2003, p. 48).

##### 1.3.1.2.3.1. Agregado Grueso

El agregado grueso es un material usado para la fabricación del concreto (piedra artificial). Como consecuencia se debe usar la mayor cantidad posible y del tamaño mayor, teniendo en cuenta los requisitos de colocación y resistencia, lo cual un eficiente agregado grueso debe tener las posteriores características; una eficaz regulación con tamaños intermedios, ya que la escasez de 2 o más tamaños sucesivos puede generar dificultades de segregación, un tamaño máximo apropiada a los requisitos de la estructura y se debe evitar el empleo de agregados planos o alargados, ya que produce bajas masas unitarias y baja resistencia mecánica, además estos suelen orientarse horizontalmente conformándose bajo su superficie bolsas de agua, cuando ésta sucede debido a la sedimentación de las partículas sólidas; el líquido almacenado bajo las partículas deja un espacio vacío luego del fraguado el agua se evapora, lo que trae efecto, tal como una notable reducción de la resistencia del concreto (Gutiérrez de López, 2003, p. 48).

##### 1.3.1.2.3.2. Agregado Fino

Este material es empleado como llenante actuando como lubricante de los agregados gruesos otorgándole manejabilidad al concreto.

El exceso de arena demanda mayor cantidad de agua para producir un asentamiento determinado, ya que entre más arena tenga la mezcla se vuelve más cohesiva y al requerir mayor cantidad de agua se necesita mayor cantidad de cemento para mantener una determinada relación agua-cemento y la falta de arena

se refleja en la aspereza de la mezcla. Un buen agregado grueso debe contar con las siguientes características; un buen agregado fino al igual que el agregado grueso debe ser bien regulado para que permita llenar todos los espacios y producir mezclas más compactas y el módulo de finura del agregado fino empleado en la elaboración de mezclas de concreto, deberá estar entre 2,3 y 3,1 para evitar segregación del agregado grueso cuando la arena es demasiado fina; cuando la arena es demasiado gruesa se poseen mezclas ásperas (Gutiérrez de López, 2003, p. 50).

### 1.3.1.3. Propiedades del concreto

#### 1.3.1.3.1. Trabajabilidad

Se define como la facilidad que tiene el hormigón para mezclar, manejar, transportar y vaciar en su postura final con una pérdida minúscula de homogeneidad. Esta, depende de las cantidades y propiedades físicas de los componentes como se detalla posteriormente, de las condiciones de puesta en obra, de la geometría del elemento, espaciamiento y tamaño del refuerzo (Quiroz y Salamanca, 2006, p. 110).

#### 1.3.1.3.2. Resistencia

El concreto, sometido a compresión, tracción y corte, asimismo como el módulo de elasticidad y la relación de poisson son usadas por el ingeniero estructural para el diseño de estructuras. Esto influye en la cantidad de material que se usa para hacer el concreto y colocarlo en obra. Dado todo esto, es fundamental realizar verificaciones de calidad del hormigón para evitar futuros daños en las estructuras (Quiroz y Salamanca, 2006, p. 115).

##### 1.3.1.3.2.1. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión se define como la medida máxima de la resistencia a la carga axial, es la medida más común de desempeño que emplean los

ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. Se determina efectuando ensayo con probetas cilíndricas de 15x30cm.

#### 1.3.1.3.2.2. Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción está en función de las deformaciones que sufran, la cual está limitado por la contracción que tenga y se ve reflejado por el agrietamiento. La aparición de grietas, zonas de tracción de elementos de concreto armado que son sometidos por efectos a flexión, estos dependen en primer lugar de la resistencia a la tracción. Se presentan esfuerzos a tracción en el concreto, como resultados por otros efectos, como torsión, corte y otras acciones. Casi siempre, el comportamiento del elemento que es sometido a estos efectos, cambia después de ocurrido el agrietamiento.

#### 1.3.1.3.2.3. Resistencia al corte

Los cilindros o probetas que son sometidas a una carga axial, usualmente fallan por corte a lo largo de su plano inclinado. Esto se debe al acoplamiento de todo los esfuerzos en el eje del cilindro y de corte se dan sobre el plano. La falla que se da diagonal que se presenta en el eje de una viga de concreto es a causa del esfuerzo de corte que se presenta porque se da en una condición de esfuerzos principales a la tracción y compresión de similar magnitud a los esfuerzos del corte. El hormigón es más débil al efecto de tracción que al corte, porque su falla se da de los esfuerzo a tracción. En la resistencia al corte se ha llegado a la conclusión que varía mucho, porque existen diferencias y dificultades a los ensayos (Quiroz y Salamanca, 2006).

#### 1.3.1.3.3. Permeabilidad y Absorción

La permeabilidad y la absorción son fundamentales por la relación a diversas acciones que dañan al hormigón. El movimiento de agua a través del cuerpo puede comprender efectos osmóticos. El agua al insertarse en un cuerpo poroso, como líquido o vapor, dado por atracción capilar, o impulsada hacia el interior de

ese cuerpo bajo presión o introducida por una combinación de las anteriores (Quiroz y Salamanca, 2006, p. 132).

#### 1.3.1.3.4. Durabilidad

Es la capacidad para resistir la acción del medio ambiente, los ataques químicos, la abrasión y otras condiciones de servicio; de tal manera que sus características y propiedades se mantengan a lo largo de su vida útil. El hormigón para que mantenga su forma original y ser de durable, tiene que ser de calidad y utilidad ante la exposición al medio ambiente. Para que un elemento de concreto sea duradero, está en función de sus propiedades y de las prácticas en el lugar, también depende de las condiciones en las que se encuentra y es por ello que es importante investigar el entorno y sus características muy bien para lo que será presentado, y así lograr diseñar una mezcla económica que presente un excelente funcionamiento (Quiroz y Salamanca, 2006, p. 137).

#### 1.3.1.4. Curado del concreto

Según el Instituto Americano del Concreto (ACI) 308 R, el curado del concreto es un proceso mediante el cual el cemento hidráulico endurece con el tiempo, debido al efecto de hidratación continua al mantener el cemento con suficiente agua y calor. Es decir que el cemento para hidratarse requiere agua en un 25% de la masa de cemento, para ello se debe disponer con suficiente agua, ya que su hidratación es posible en un espacio saturado.

La Figura 1 muestra el comportamiento del concreto con respecto a su resistencia en función del tiempo y del tipo de curado. Se puede observar que la falta de curado del concreto disminuye la resistencia mecánica perjudicando económicamente el proyecto ya que se obtiene un producto de inferior resistencia y durabilidad.

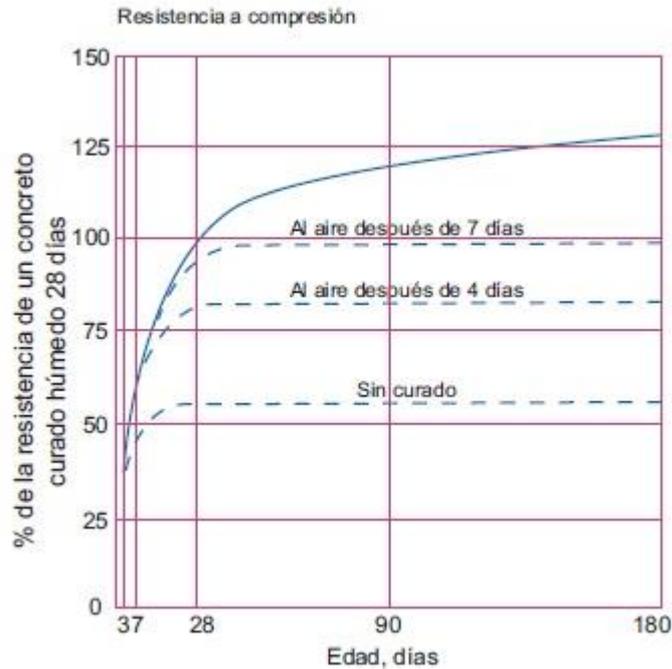


Figura 1. Resistencia a la compresión del concreto en función de su edad.

Fuente: Sika informaciones técnicas.

El sistema empleado para el curado que permite mantener cierto nivel de humedad en el concreto es la aplicación frecuente de agua mediante los siguientes métodos:  
 Por inmersión: este método proporciona mejores resultados, pero en la práctica presenta algunos inconvenientes debido a que se debe sumergir completamente el elemento de concreto.

Mediante el empleo de rociadores: este método permite conseguir buenos resultados y es de fácil aplicación. La norma ASTM C-59, indica que el agua empleada para el curado debe ser en general agua potable, que cumpla la norma de agua de amasado para el concreto (Sika, 2009, p. 5).

#### 1.3.1.5. Diseño de mezclas

El diseño de mezclas corresponde al empleo de las técnicas y conocimientos científicos de los componentes del concreto y la interacción entre ellos, para obtener como resultado un material de buenas características que cumpla con los requerimientos para cada proyecto (Rivva, 2000, p. 203).

El comité ACI 211 ha creado un método de diseño de mezclas que hoy en día es el más utilizado, el método se basa en los datos presentados en cuadros para obtener valores de los materiales que formaran parte de los componentes del concreto.

Para realizar un diseño de mezclas se necesitarán algunos datos como: a) Tipo de cemento a emplear, b) Resistencia a la compresión del concreto en Kg/cm<sup>2</sup>, c) Peso específico del cemento en gr/cm<sup>3</sup>, d) Slump requerido, e) Peso específico del agua en Kg/m<sup>3</sup>, f) Datos de los agregados tanto del agregado grueso como del agregado fino: 1) Perfil, 2) Peso unitario suelto en Kg/m<sup>3</sup>, 3) Peso unitario compactado en Kg/m<sup>3</sup>, 4) Peso específico en Kg/m<sup>3</sup>, 5) Módulo de fineza, 6) Tamaño máximo nominal (TMN), 7) Porcentaje de absorción, 8) Porcentaje de humedad.

Un diseño de mezclas de acuerdo con el método del comité ACI 211 se realiza mediante los pasos siguientes:

1. Selección de la resistencia promedio ( $f'_{cr}$ ).

Una mezcla de concreto se debe diseñar para una resistencia promedio cuyo valor debe ser superior a la resistencia especificada por el proyectista.

Cálculo de la desviación estándar

a) Cuando se tiene la desviación estándar.

Método 1

Para ello haciendo uso de los moldes con medidas estándar de 150 mm de diámetro y una altura de 300mm se construirán probetas, luego se debe hacer la ruptura de las probetas para registrar el valor de la resistencia a la compresión de cada probeta con la finalidad de obtener:

$X_i =$  valores de resistencia obtenidos en probetas estandar

$\bar{X} =$  Promedio de valores de resistencia obtenidos en probetas estandar

Con los datos que se obtienen se emplea la siguiente fórmula para calcular la desviación estándar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Donde:

S= Desviación estándar

N= Número de ensayos de la serie

X<sub>1</sub>= Resultado de resistencia de muestras de ensayos individuales

$\bar{X}$  = Promedio de todos los ensayos individuales en una serie

## Método 2

Se emplea cuando se tiene un registro de ensayos consecutivos, para ello se calculará la desviación estándar “s” correspondiente a dichos ensayos y se multiplicará por el factor de corrección indicado en el cuadro 1 para obtener el nuevo valor de “s”.

Cuadro 1. Factores de corrección

<b>Muestras</b>	<b>Factor de corrección</b>
Menos de 15	Usar tabla 2
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1.00

Fuente. Diseño de mezclas – Laura, 2006.

Cálculo de la resistencia promedio requerida.

La resistencia promedio requerida está en función de la resistencia a la compresión del concreto a utilizar, esta resistencia se empleará para seleccionar las proporciones de mezcla de concreto, utilizaremos el mayor valor de los obtenidos al solucionar las siguientes ecuaciones en donde de acuerdo con el comité ACI 211 reemplazaremos la desviación estándar obtenida anteriormente.

$$F'_{cr} = F'_c + 1.33xS \dots \dots \dots (1)$$

$$F'_{cr} = F'_c + 2.33xS - 35 \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

S= Desviación estándar en Kg/cm<sup>2</sup>

- a) Cuando no se cuenta con registros de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores.

Cuando no se cuenta con ningún otro dato que la resistencia a la compresión del concreto, para ello empleamos el cuadro 2:

Cuadro 2. Resistencia a la compresión promedio.

<b>F'c</b>	<b>F'cr</b>
Menos de 210	F'c+70
210– 350	F'c+84
> 350	F'c+98

Fuente. Diseño de mezclas - Laura, 2006.

- b) Teniendo en cuenta el control de calidad en obra se pueden emplear los valores mostrados en el cuadro 3.

Cuadro 3. Control de Calidad en obra.

<b>Nivel de control</b>	<b>F'cr</b>
Regular o malo	1.3F'c a 1.5F'c
Bueno	1.2F'c
Excelente	1.1F'c

Fuente. ACI.

## 2. Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso

Según la norma ASTM C-33, en el cuadro 4 se muestra las curvas granulométricas correspondientes a tamaños nominales que comprenden los tamices entre 2" y 3/8" (Rivva, 2000, p. 197).

Cuadro 4. Tamaños máximos nominales.

Tamaño Máximo Nominal	Porcentajes que pasan por las siguientes mallas							
	2''	1 1/2''	1''	3/4''	1/2''	3/8''	Nº 4	Nº 8
2''	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0.5	-
1 1/2''	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0.5	-
1''	-	100	95-100	-	25-60	-	0.1	0.5
3/4''	-	-	100	90-100	-	20-55	0.1	0.5
1/2''	-	-		100	90-100	40-70	0.15	0.5
3/8''	-	-			100	85-100	10-30	0.1

Fuente. Diseño de mezclas – Rivva, 2000.

Según la norma de diseño estructural se recomienda que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor siempre y cuando este económicamente disponible y sea compatible con las propiedades de la estructura ACI 318.

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en su norma E-060 recomienda que el agregado grueso debe ser: a) 1/5 de la menor dimensión entre las caras del encofrado, b) 1/3 del peralte de la losa, c) 3/4 del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de presfuerzo.

### 3. Selección del asentamiento (Slump)

Según el tipo de mezcla que se desee utilizar, el concreto se puede clasificar en: a) Mezclas secas con un asentamiento entre 0mm y 50mm, b) Mezclas plásticas con un asentamiento entre 75mm y 100mm, c) Mezclas fluidas con un asentamiento mayor a 125mm (Chapoñan y Quispe, 2017, p. 100).

En caso de que las especificaciones técnicas de la obra no indiquen los valores de asentamiento para mezclas a diseñarse, se puede seleccionar un valor adecuado indicado en el cuadro 5.

Cuadro 5. Asentamientos recomendados para varios tipos de construcciones.

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y muros de subestructuras	3"	1"
Vigas y muros reforzados	4"	1"
Columnas	4"	1"
Lozas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo y masivo	2"	1"

Fuente. Diseño de mezclas - Chapoñan y Quispe, 2017.

#### 4. Selección del agua de mezclado y contenido de aire

Seleccionar la cantidad de agua requerida para la mezcla de concreto para obtener una consistencia determinada cuando los agregados están en estado seco.

Según el comité ACI 211 el cuadro 6 permite seleccionar el volumen unitario de agua en agregados en estado seco con o sin aire incorporado.

Cuadro 6. Volumen unitario de agua.

Asentamiento	Agua en 1/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximos Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concreto sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
	Concreto con aire incorporado							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	175	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente. Diseño de mezclas – Chapoñan y Quispe, 2017.

Los datos que se obtienen de esta tabla corresponden a valores máximos y de agregado grueso de perfil angular y granulometría abarcada dentro de los límites de la Norma ASTM C-33

$$\text{Volumen de agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lt/m}^3\text{)}}{\text{Peso específico del agua (1000 kg/m}^3\text{)}}$$

Del cuadro 7 se obtendrán valores del contenido de aire de la mezcla

Cuadro 7. Contenido de aire atrapado.

<b>Tamaño máximo nominal de agregado grueso</b>	<b>Aire atrapado</b>
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
4"	0.2 %

Fuente. Diseño de mezclas – Laura, 2006.

##### 5. Selección de la relación agua/cemento (a/c)

La selección de la relación agua-cemento de diseño se refiere a la cantidad de agua que se utilizará en la mezcla teniendo en apreciación una condición real de humedad del agregado, es decir que el agregado no absorbe ni aporta agua.

La selección de la relación a/c se puede realizar bajo los siguientes criterios, de los cuales se tomará el menor de los valores.

## Por resistencia

Según el comité ACI 211, en el cuadro 8 se muestran valores de la relación agua/cemento en peso permisible para desiguales valores de resistencia en concretos con o sin aire incorporado.

Cuadro 8. Relación de agua/cemento por resistencia.

F'cr (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente. Diseño de mezclas – Champoñan y Quispe, 2017.

## Por durabilidad

De acuerdo al RNE en su norma E-060, si se aspira obtener un concreto de menos permeabilidad, o cuando el concreto estará sometido a procedimientos de congelación y deshielo en estado de humedad. Cumplirá con los requisitos indicados en el cuadro 9.

Cuadro 9. Máxima relación de agua/cemento para concretos expuestos a condiciones especiales.

Condiciones de exposición	Relación agua/cemento
Concreto de baja permeabilidad	
Expuesto a agua dulce	0.50
Expuesto a agua de mar o aguas saladas	0.45
Expuesto a la acción de aguas cloacales	0.45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda	
Sardineles, cunetas, secciones delgadas	0.45
Otros elementos.	0.50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de esta agua.	0.40
Si el recubrimiento mínimo aumenta en 15 mm.	0.45

Fuente. Diseño de mezclas – Laura, 2006.

## 6. Cálculo del contenido de cemento

Con los datos calculados como el volumen unitario de agua por unidad de volumen del concreto y la relación agua-cemento seleccionada, se puede realizar el cálculo del factor  $b/b_0$  cemento por unidad cúbica de concreto, para ello vamos a dividir el volumen unitario de agua expresado en litros por metro cubico, entre la relación agua-cemento, de esta manera obtendremos el número de kilos de cemento de la unidad cúbica de concreto a utilizar.

$$\text{Contenido de cemento (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{contenido de agua de mezclado (lt/m}^3\text{)}}{\text{relacion a/c (para f'cr)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{contenido de cemento (kg)}}{\text{peso especifico del cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

## Selección del agregado

De acuerdo con el comité ACI 211 el contenido de agregado grueso se puede determinar mediante el cuadro 10 donde se indican valores en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. Esto permite obtener un coeficiente  $b/b_0$  al dividir el peso seco del agregado grueso requerido por unidad cúbica de concreto entre el peso unitario seco y varillado del agregado grueso expresado en  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

Cuadro 10. Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

Tamaño Máximo de agregado grueso		Volumen de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
		Módulo de fineza del agregado fino			
mm	pulg	2.4	2.6	2.8	3.0
9.50	3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
12.70	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
19.00	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
25.40	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
75	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente. Diseño de mezclas – Champoñan y Quispe, 2017.

Según ASTM C-29, el agregado grueso se encuentra en el estado de seco compactado.

Para el cálculo del contenido de agregado grueso a partir del coeficiente  $b/b_0$ , proporciona que los concretos tengan una trabajabilidad adecuada para un concreto armado tradicional.

## Ajuste por humedad de agregado

Según ASTM C-29, el agregado que se tiene en obra desde el punto de vista de humedad se puede presentar bajo 4 condiciones. Agregado seco, cuando tanto su superficie como sus poros internos están completamente sin humedad. a) Semiseco,

cuando la superficie del agregado está seca pero sus poros internos están parcialmente llenos de agua (secado al aire). b) Saturado superficialmente seco, cuando la superficie del agregado está húmeda, pero sus poros internos en su totalidad están saturado de agua. c) Húmedo o mojado, cuando está lleno de agua superficialmente y adicionalmente se llega a presentar humedad superficial en los agregados.

### 1.3.2. Fibras en el concreto

#### SikaFiber CHO 65/35 NB

Las fibras de acero trefilado de alta calidad (Sika Fiber CHO 65/35 NB) son empleadas para reforzamiento del concreto tradicional y concreto proyectado (shotcrete) especialmente pegadas para facilitar la homogenización en el concreto, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Son fibras de acero de alta relación longitud / diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra (Sika, 2015, p.2).

#### Usos

Le brinda al concreto una alta capacidad de soportar cargas externas, así tratando de reducir el tiempo y costos en la aplicación del refuerzo en mallas que usualmente se usa, así permitiéndole al concreto obtener nuevas propiedades mecánicas como más ductilidad, tenacidad y resistencia a la compresión, torsión, flexión, compresión, etc.

#### Características

Aumenta la resistencia del concreto a la fatiga, fisuración e impacto, reduce la fisuración por retracción, no afecta a los tiempos de fraguado, aumenta la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión), su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda, relación longitud / diámetro igual a 65 para un máximo rendimiento, extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

## SikaFiber PE

Es un refuerzo de fibra sintética de alta tenacidad que evita el agrietamiento de concretos y morteros. Estas fibras están compuestas por la aleación de monofilamentos reticulados y enrollados. A lo largo de la mezcla se divide aleatoriamente en la masa de concreto generando una red tridimensional muy uniforme.

### Usos

Está proyectado para el uso de morteros, elementos prefabricados, losas de concreto (techos, pavimentos, placas, etc.), revestimientos de canales, concreto proyectado (shotcrete), etc.

### Características / ventajas

Su añadidura sustituye a la armadura que está dada para absorber las tensiones que se generan durante el fraguado y endurecimiento del concreto, dándole ventajas significativas como: reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación, mejora la resistencia al impacto, aumento importante del índice de tenacidad del concreto, en mayor cuantía, mejora la resistencia a la tracción y a la compresión, reduciendo la fragilidad, y la acción es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

### 1.3.3. Análisis de agregados

#### 1.3.3.1. Granulometría

Distribuye las dimensiones de las partículas que se ha consolidado como una sola masa de agregados, lo cual se halla mediante el análisis granulométrico que consiste en fraccionar una muestra representativa del agregado en dimensiones de igual tamaño de partículas; lo cual lo clasifica según la medida de la cantidad de cada fracción, que se le denomina como granulometría (Rivera, 2013, p. 56).

Una forma de realizar el ensayo de granulometría es mediante el tamizado para determinar los porcentajes de suelo que pasan los distintos tamices de la serie empleada para el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).

### Equipos

Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Estufa. Con capacidad de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

### Materiales

Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

Cuadro 11. Tamaño de tamices.

Tamices	Abertura (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 ½"	38.100
1"	25.400
¾"	19.000
3/8"	9.500
N° 4	4.760
N° 10	2.000
N° 20	0.840
N° 40	0.425
N° 60	0.260
N° 140	0.106
N° 200	0.075

Fuente. Manual de ensayo de materiales (MEM), 2016.

Recipientes: Apropriados para el manejo y secado de las muestras de suelo.

Brochas y cepillos: Para realizar la limpieza de las mallas de los tamices.

Muestra: a) Dependiendo de las características del agregado fino de la muestra, el ensayo por tamizado se puede realizar con la muestra completa, o bien con parte de ella después del proceso de lavado para separar el material fino, b) De acuerdo con (MTC E-106) se debe preparar una muestra para realizar el análisis granulométrico, esta muestra estará compuesta por dos porciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (N° 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas porciones se ensayarán por separado. c) El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo (MEM, 2016, p. 41), deberá ser el suficiente para realizar el análisis mecánico. d) Para la fracción de muestra retenida por el tamiz N° 4 su peso dependerá del tamaño máximo de las partículas.

Cuadro 12. Diámetro nominal de partículas.

Diámetro nominal de partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

Fuente. MEM, 2016

### Procedimiento

Como paso previo al ensayo se debe cuartear la muestra, una porción de la muestra aproximadamente 500 g se coloca en una tara ya pesada, se pesa la muestra y se le coloca al horno para secarla a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  por un tiempo aproximado de 24 horas, transcurrido el tiempo se extrae, se coloca dentro del tamiz N° 200, lavar la muestra ligeramente con la mano hasta que el agua que sale sea completamente clara, al finalizar el proceso de lavado colocar la muestra nuevamente

al horno a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 24 horas, pasado el tiempo se extrae la muestra del horno, se pesa la muestra para obtener el contenido de finos. Teniendo lista la muestra y el grupo de tamices adecuado se coloca la muestra en los tamices, se coloca la tapa para evitar la pérdida de peso y se realiza manualmente moviendo el grupo de tamices de un lado hacia el otro y mediante movimientos circulares con la finalidad de mantener la muestra en constante movimiento por un tiempo aproximado de un minuto. Finalmente se retira cuidadosamente los tamices y se procede a pesar el suelo retenido en cada tamiz para calcular los porcentajes que pasan y los retenidos.

Cálculos

Cálculo del porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (N° 200)

$$\%Pasa\ 0.074 = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso retenido por el tamiz 0.074}}{\text{Peso total}} \times 100$$

Cálculo del porcentaje retenido dentro de cada tamiz.

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100$$

Cálculo del porcentaje más fino

$$\%Pasa = 100 - \%Retenido\ acumulado$$

Porcentaje de humedad higroscópica

$$\%Humedad\ higroscópica = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

W= peso del suelo secado al aire

W<sub>1</sub>= Peso del suelo secado al horno

### 1.3.3.2. Densidad

Las partículas del agregado están conformadas por masa del agregado, vacíos que se comunican con la superficie llamados poros permeables o saturables y vacíos que no se comunican con la superficie, es decir que quedan en el interior del agregado llamados poros impermeables o no saturables (Rivera, 2013, p. 64).

#### 1.3.3.3. Absorción y humedad

##### Absorción

Es la capacidad que presentan los agregados para colmar los vacíos de su estructura interna, al sumergirlos en agua por un tiempo determinado. La absorción expresada en porcentaje corresponde a un incremento del peso de un material seco. Esta característica de los materiales pétreos que dependen de la porosidad es de gran interés, por ello se debe tener en cuenta para realizar las modificaciones necesarias en la dosificación de mezclas de concreto. (Rivera, 2013, p. 61).

##### Humedad

El contenido de humedad viene a ser la cantidad de agua que contienen los agregados en un tiempo determinado. El porcentaje de humedad corresponde a la cantidad de agua expresada como porcentaje de la muestra secada al horno, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Los agregados por lo general los encontramos con cierto porcentaje de humedad en sus partículas que varía con el paso del tiempo, por esta razón es indispensable realizar con frecuencia ensayos para determinar el contenido de humedad, esta práctica permite realizar modificaciones en el diseño de una mezcla.

#### 1.3.3.4. Peso específico de masa

Es usado para determinar la cantidad de volumen que ocupa el agregado en un espacio determinado, la cual sirve para hallar la cantidad de agregados y el cemento Portland, concreto pre mezclado y otras mezclas que son analizadas en base a su volumen (MEM, 2016, p. 309).

### 1.3.4. Ensayos para el concreto

#### 1.3.4.1. Concreto en estado fresco

##### Asentamiento

El ensayo de asentamiento del cono de Abrams es el método más utilizado y normado por la NTP 339.035 para medir la consistencia del concreto.

Este ensayo se realiza para determinar el asentamiento del concreto en obras y en laboratorio con un control adecuado de los materiales empleados en el concreto. El ensayo se aplica a concretos con agregados gruesos de hasta 37.5 mm (1 ½ pulgadas) (MEM, 2016, p. 801).

##### Equipo

El equipo a emplear consiste en una placa rectangular con dimensiones que permita fluir el concreto sobre la misma sin salir hacia los lados, un molde (cono de Abrams) con dimensiones de 200 mm de abertura en la base mayor, 100 mm de abertura en la base menor y una altura de 300 mm, con una permisibilidad de  $\pm 2$  mm en sus dimensiones; una varilla de acero con punta redondeada con un diámetro de 16 mm  $\pm 2$  mm y longitud máxima de 600 mm; una cuchara con capacidad de tomar porciones y colocarlas dentro del cono y una regleta con longitud mínima de 300 mm.

##### Procedimiento

Para iniciar el ensayo se debe humedecer el interior del cono y todas las herramientas a utilizar momentáneamente, asentar la base en una superficie plana y libre de vibraciones, pisar y mantener firme el cono con los pies durante todo el ensayo, llenar la mezcla de concreto dentro del molde en tres partes, cada una de ellas a 1/3 de su volumen aproximadamente.

Llenar la primera capa a un tercio de su volumen varillándola posteriormente al llenado unas 25 veces en todo su espesor, distribuyendo uniformemente los apisonamientos sobre la sección transversal de la capa, para la segunda capa llenar el molde con un volumen aproximadamente 2/3 de su totalidad varillando la capa 25

veces en todo su espesor penetrando unos 25 mm de la primera capa, para la tercera capa es necesario sobrellenar con masa de hormigón el molde o cono de Abrams varillando la capa unas 25 veces en todo su espesor penetrando aproximadamente 25 mm de la segunda capa, después de haber compactado la capa se debe enrazar con movimiento de enrolado retirando el exceso de concreto del borde superior molde y la placa base para que el concreto pueda fluir con normalidad, finalmente levantar el cono en un tiempo de  $5 \pm 2$  segundos para medir y registrar la distancia entre el centro original del concreto desplazado y la barra.

### Temperatura

De acuerdo a la N.T.P. 339.184:2013, este ensayo se realiza con la finalidad de determinar la temperatura del concreto en este estado fresco de tal manera que cumpla con los requerimientos específicos de temperatura, la importancia de este ensayo se debe a la influencia de la temperatura del ambiente y el calor específico de los materiales del concreto que condicionan endurecimiento inicial del mismo.

### Equipo

1. Dispositivo de medición de temperatura (Termómetro bimetalico de al menos  $0,5^{\circ}\text{C}$  de exactitud)
2. Carretilla
3. Pala o cucharón

### Procedimiento

De acuerdo a la N.T.P. 339.184:2013, se coloca el dispositivo de medición de temperatura dentro de la muestra de concreto fresco, de tal forma que este sumergido al menos 3 pulgadas dentro de la mezcla por un tiempo mínimo de 2 minutos. Se debe ejecutar este ensayo dentro de los 5 minutos posteriores a la toma de muestra.

#### 1.3.4.2. Concreto en estado endurecido

##### Ensayo de resistencia a la compresión

Para realizar este ensayo se utilizan moldes cilíndricos con un diámetro de 150 mm y una longitud de 300 mm. Por cada edad se deben ensayar como mínimo 2 especímenes que nos permita trabajar con valores promedio. Para empezar el ensayo se debe lubricar el interior del molde a emplear; llenar el molde con capas de igual proporción verificando que se logre una compactación adecuada, esto se puede conseguir por el método de envarillado (método apisonado) si se tiene un asentamiento mayor a 7,5 cm, o haciendo uso de un vibrador (método vibrado) si se tiene un asentamiento menor a 2,5 cm, (Rivera, 2013, p. 128).

Los moldes con el concreto durante el tiempo de fraguado deben colocarse sobre una superficie rígida libre de vibraciones. Los especímenes se deben almacenar en condiciones adecuadas que permitan mantener temperaturas entre 16 °C y 27 °C para prevenir la pérdida de humedad. Para realizar el control de calidad, después de haber sido moldeados por un tiempo aproximado de  $20 \pm 4$  horas, los especímenes deben removerse de los moldes para colocarse bajo agua, tratando de mantener siempre agua libre en toda la superficie y una temperatura permanente de  $32 \pm 2$  °C hasta el tiempo del ensayo.

De acuerdo con las normas (NTP 339.034 y ASTM C-39) este ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión sobre especímenes cilíndricos de concretos moldeados en laboratorio con la finalidad de determinar la resistencia a la compresión del concreto, para ello se aplica una carga con una velocidad especificada ( $0.25 \pm 0.05$  MPa/s) hasta que se dé la falla. Para determinar cuánto es la resistencia a la compresión de un espécimen, se halla dividiendo la carga aplicada sobre la sección y esta se divide entre el área donde se efectúa la carga del espécimen.

Los resultados que se obtienen al realizar el ensayo pueden emplearse como base en actividades de control de calidad durante la dosificación, mezclado y colocación del concreto; para el cumplimiento de especificaciones y como control para evaluar la efectividad de los aditivos empleados.

#### 1.4. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo - 2018?

#### 1.5. Justificación del estudio

Técnica: La presente investigación buscará introducir las fibras de acero y polipropileno a los materiales de construcción convencionales que se tienen en la actualidad, y así permitiendo mejorar las propiedades mecánicas y físicas del concreto.

Teórica: Para realizar los estudios requeridos mediante el uso de testigos en laboratorio según el Reglamento Nacional de Edificaciones, la Norma Técnica Peruana (NTP), American Society for Testing and Materials (ASTM) y American Concrete Institute (ACI). Respetando las dosificaciones del concreto correspondientes.

Metodológica: Se recolectará información de fuentes seguras y veraces, que permitirán para posteriormente hacer uso de la misma y aplicarla en la realidad. Se tendrá en cuenta el uso de herramientas estadísticas para el procesamiento de datos y análisis de los resultados.

Práctica: Para realizar este proyecto se contará con el apoyo de los docentes expertos en el tema, asimismo el uso de laboratorios de investigación, el cual permitirá obtener resultados con precisión que luego serán analizados; lo cual estos resultados los obtendremos al realizar ensayos normados con testigos (probetas). Nos permitirá determinar valores alcanzados por el concreto con fibras de acero y polipropileno con respecto a su resistencia a la compresión, que pueden ser utilizados como base para próximos estudios a futuro.

#### 1.6. Hipótesis

Con la adición de las fibras de acero y polipropileno en la mezcla del concreto, mejorará drásticamente la resistencia a la compresión del concreto. Proporcionará un aumento significativo en su resistencia para un  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

## 1.7. Objetivos

### 1.7.1. Objetivo general

Evaluar la influencia de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo-2018.

### 1.7.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis de agregados para obtener las propiedades físicas de los materiales de acuerdo a las normas vigentes para realizar el diseño de mezclas.
- Determinar la dosificación adecuada para las fibras de acero y polipropileno para un concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .
- Determinar la resistencia máxima alcanzada a la compresión del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno.
- Comparar la resistencia a la compresión de un concreto convencional y un concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental pura con post prueba únicamente y grupo control.

RG1 X1 O1

RG2 X2 O2

RG3 X3 O3

RG4 – O4

Donde:

R: Random

G1, 2,3: Grupos experimentales

G4: Grupo control

X1: Dosificación de fibras de acero y polipropileno al 10%

X2: Dosificación de fibras de acero y polipropileno al 15%

X3: Dosificación de fibras de acero y polipropileno al 20%

O1, 2, 3,4: Medición de la resistencia a la compresión para 14 y 28 días.

### 2.2. Variables y operacionalización

Las Variables son:

Variable Independiente: Fibras de acero y polipropileno.

Variable Dependiente: Resistencia a la compresión.

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
RESISTENCIA	La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto (ASTM C39)	Para medir la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto se emplea un equipo especial para ensayos de compresión, el cálculo de la resistencia a la compresión de un espécimen se realiza al dividir la carga de ruptura por el área de la sección de este, el resultado se representa en (MPa). El ensayo se realizará de acuerdo con la norma ASTM C39.	kg/cm <sup>2</sup>	Cuantitativa de razón
FIBRAS DE ACERO	Sika® Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad que se emplean para reforzar el concreto tradicional y el concreto proyectado, su finalidad dar facilidad al concreto en poder obtener una mezcla uniforme con las fibras individuales (Sika, 2015).	La fibra de acero se mide en kg/m <sup>3</sup> , en donde se tomara como base referencial las proporciones establecidas por el fabricante de la fibra "Sika® Fiber CHO 65/35 NB"	kg/cm <sup>2</sup>	Cuantitativa de razón

<p>FIBRAS DE POLIPROPILENO</p>	<p>SikaFiber PE, es un refuerzo de fibra sintética de alta tenacidad que evita el agrietamiento de concretos y morteros. Estas fibras están compuestas por la aleación de monofilamentos reticulados y enrollados. A lo largo de la mezcla se divide aleatoriamente en la masa de concreto generando una red tridimensional muy uniforme (Sika, 2015).</p>	<p>La fibra de acero se mide en kg/m<sup>3</sup>, en donde se tomara como base referencial las proporciones establecidas por el fabricante de la fibra SikaFiber PE</p>	<p>kg/cm<sup>2</sup></p>	<p>Cuantitativa de razón</p>
--------------------------------	--	---	--------------------------	------------------------------

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas:

- Observación a través del análisis de materiales.

Instrumentos:

- Instrumentos para ensayos en el laboratorio (Anexo 1)
- Instrumentos para diseño de mezcla de concreto (Anexo 2)
- Fichas de registro (Anexo 3)

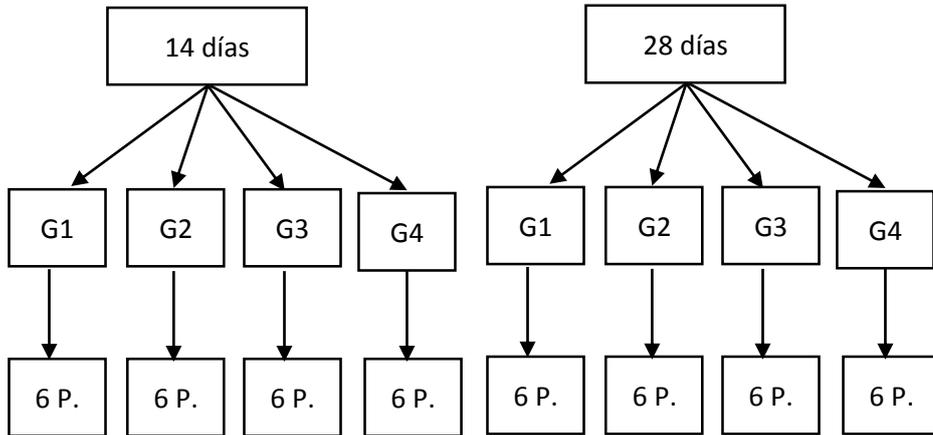
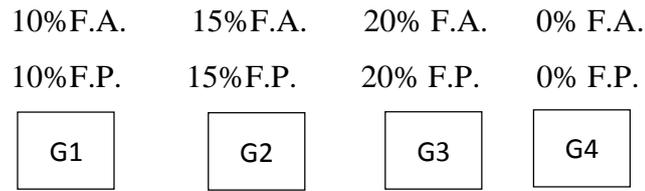
Fuentes

- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Norma Técnica Peruana (NTP)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- American Concrete Institute (ACI).

### 2.4. Población y muestra

Población: Mezcla de concreto formado por: Cemento, agregado grueso, agregado fino, agua, fibras de acero y fibras de polipropileno.

Muestra: La muestra ha sido seleccionada de acuerdo con la Norma Técnica Peruana 339.034 (2008) que comprende a 48 especímenes distribuidos en cada grupo control y experimental de acuerdo a los días de curado. Para cada grupo experimental se realizarán 3 ensayos los cuales resultarán del promedio de 2 especímenes. Un resultado de ensayo de resistencias es el promedio de 2 cilindros ensayados a una misma edad.



## 2.5. Métodos de análisis de datos

Para el análisis y procesamiento de datos, se contó con el Microsoft Excel para presentar los datos en figuras y cuadros. Luego se migró al programa SPSS para posteriormente realizar la prueba de normalidad, luego se realizó un análisis de varianzas (ANOVA) y finalmente se llevó al programa Tukey.

## 2.6. Aspectos éticos

El presente estudio se realizó con todos los parámetros necesarios que nos indica las normas vigentes, sin plagio ni adulteración alguna. Todos los datos obtenidos en esta investigación son veraces y confiables, contando con todos los permisos correspondientes en la propia institución.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Estudio de análisis de materiales

##### 3.1.1. Generalidades

El estudio de análisis de materiales fue fundamental para el diseño de mezclas, ya que permitió conocer las características físicas de los agregados para el concreto, los cuales cumplieron con todas las normas técnicas vigentes (ASTM, ACI, NTP y el RNE). Los agregados fueron obtenidos de la cantera “TRIPA”, ubicada en el distrito de Huanchaco.

##### 3.1.2. Metodología de trabajo

###### Personal

Se contó con el asesoramiento de profesionales expertos en el tema, respecto a los análisis de materiales, diseño de mezclas y ensayos al concreto.

###### Equipos

Los equipos que se usaron para realizar el diseño de mezclas fueron una balanza, la mezcladora y la prensa hidráulica dentro de los equipos más importantes para lograr medir la resistencia del concreto.

###### Materiales

Los materiales que se usaron para realizar los ensayos fueron: agregado grueso, agregado fino, cemento, agua, fibras de acero y fibras de polipropileno.

##### 3.1.3. Trabajo de campo

Se realizó el estudio de análisis de agregados, teniendo una cantera que brindó la confianza necesaria en la calidad de sus agregados. Con respecto a las fibras de acero y polipropileno, se obtuvieron de la distribuidora “ZADITIVOS”, de la marca Sika, la cual se usó de la marca Pacasmayo Tipo Ico. Al principio, se obtuvo una pequeña cantidad de agregado fino y grueso para realizar los ensayos en laboratorio, luego cuando se comprobó que los agregados de la cantera “TRIPA” están dentro los márgenes dadas según la norma ASTM C 33, se realizó el diseño de mezclas y se

calculó la cantidad de material necesario, para posteriormente solicitar la cantidad de materiales necesarios para realizar las probetas.

### 3.1.4. Análisis de agregados

#### 3.1.4.1. Análisis Granulométrico:

Se realizó el presente ensayo teniendo en cuenta la N.T.P. 400.012 y ASTM C 136 (Anexo 1), considerando 500 gr. para el agregado fino y para el agregado grueso 3000 gr. El análisis granulométrico para agregados finos, nos sirve para determinar el módulo de fineza y el análisis granulométrico para el agregado grueso nos ayuda a determinar tamaño máximo nominal.

Agregado Fino:

Cuadro 13. Análisis granulométrico para agregado fino.

<b>Malla</b>	<b>ABERTURA</b>	<b>Peso retenido</b>	<b>% retenido</b>	<b>% retenido acum.</b>	<b>% que pasa</b>	<b>ASTM Sup.</b>	<b>ASTM Inf.</b>
<b>3/8"</b>	<b>9.5</b>	0	0	0	100	100	100
<b>N° 4</b>	<b>4.75</b>	16.5	3.3	3.3	96.7	100	95
<b>N° 8</b>	<b>2.36</b>	76.8	15.4	18.7	81.3	100	80
<b>N° 16</b>	<b>1.18</b>	80.1	16.1	34.8	65.2	85	50
<b>N° 30</b>	<b>0.6</b>	39.5	7.9	42.8	57.2	60	25
<b>N° 50</b>	<b>0.3</b>	143.8	28.9	71.6	28.4	30	10
<b>N° 100</b>	<b>0.15</b>	113.5	22.8	94.4	5.6	10	2
<b>N° 200</b>	<b>0.075</b>	19.4	3.9	98.3	1.7	0	0
Plato		8.3	1.7	100.0	0.0		
		497.5					

El cuadro 13, presenta el análisis granulométrico de agregados finos, la cual se ensayó con 500 gr. y se logró obtener el módulo de fineza considerando desde las mallas N° 04 hasta la N°100 respetando la N.T.P. 400.012 y la ASTM C 136. También se tuvo en cuenta los límites superiores e inferiores según lo estipulado en la ASTM C 33.

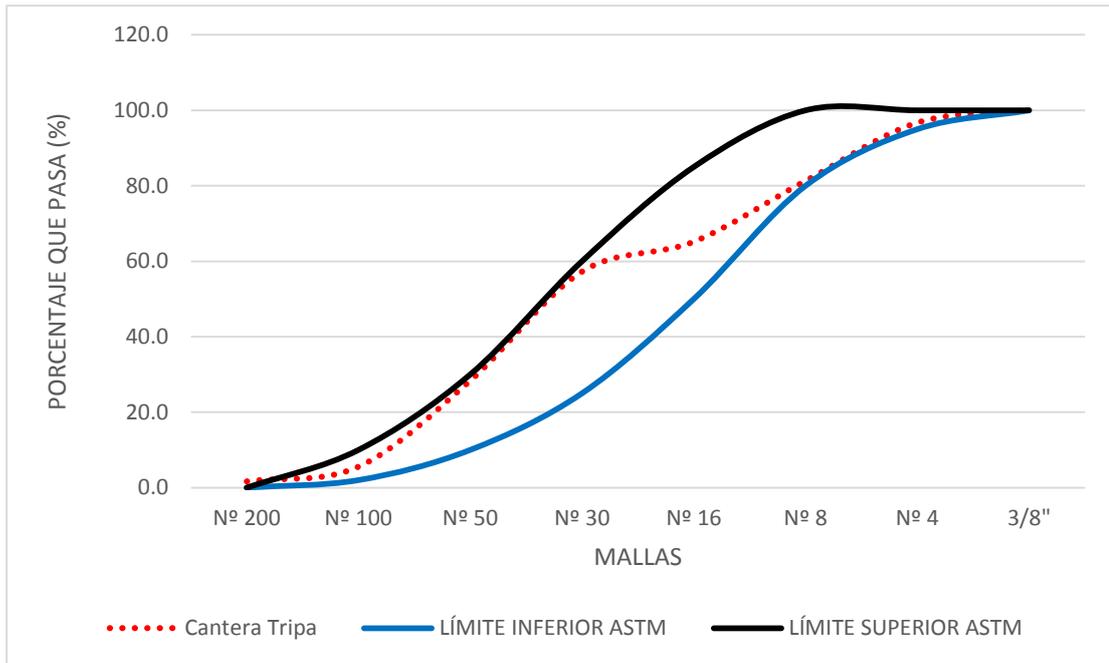


Figura 2. Curva granulométrica para agregado fino.

En la figura 2, se puede observar que la curva granulométrica para el agregado fino, la cual el agregado fino de la cantera Tripa, se encuentra dentro de los límites permisibles dados por el ASTM C 33, cumpliendo con la presente norma.

Para el cálculo del módulo de fineza, se tiene que:

$$MF = \frac{\% \text{ ret. acum. de mallas } N^{\circ}04 + N^{\circ}08 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

$$MF = \frac{3.3 + 18.7 + 34.8 + 42.8 + 71.6 + 94.4}{100}$$

$$MF = 2.66$$

Agregado Grueso:

Cuadro 14. Granulometría del agregado grueso.

Malla	ABERTURA	Peso retenido	% retenido	% retenido acum.	% que pasa	ASTM Sup.	ASTM Inf.
2"	50.8	0	0	0	100.0	100	100
1 1/2"	38.1	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.4	48.46	1.6	1.6	98.4	100	100
3/4"	19.05	247.08	8.2	9.9	90.1	100	90
1/2"	12.7	1021.7	34.1	43.9	56.1	80	35
3/8"	9.5	680.5	22.7	66.6	33.4	55	20
Nº 4	4.75	940.5	31.4	98.0	2.0	10	0
Plato		59.5	2.0	100.0	0.0		
		2997.74					

En el cuadro 14, representa el análisis del agregado grueso teniendo en cuenta la N.T.P. 400.012 y la ASTM C 136 de agregados, teniendo los límites superiores e inferiores de los márgenes de mallas dadas por la ASTM C 33. Se ensayó con 3000 gr para lograr obtener el tamaño máximo nominal, que es el primer peso retenido en la malla, la cual se obtuvo con la malla de 1", reteniendo 1.6% con un total de 48.46 gr de peso retenido.

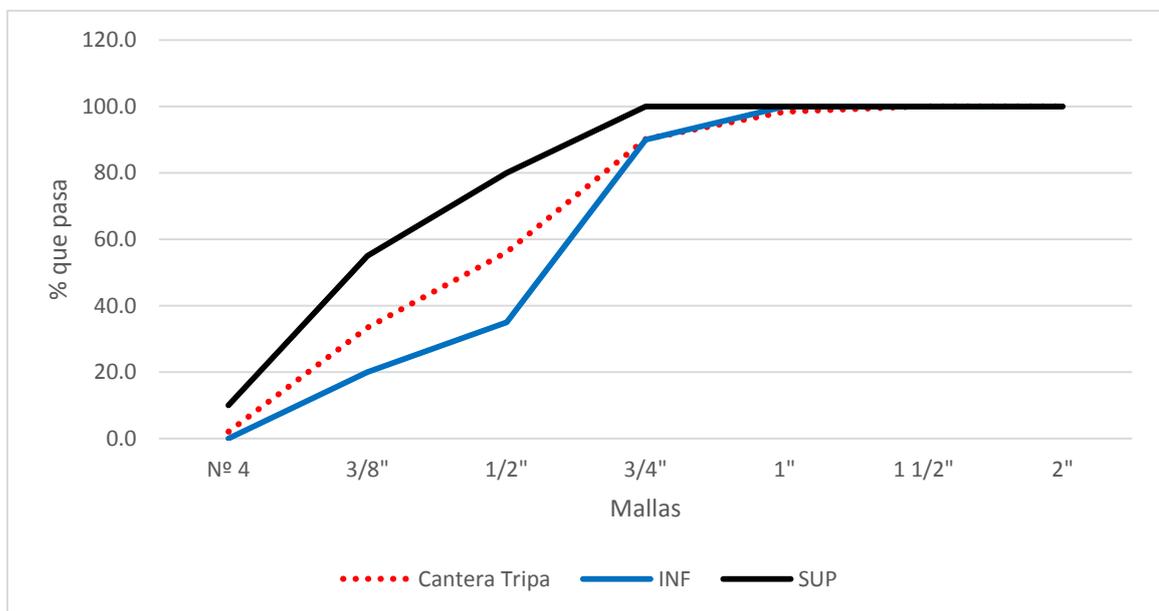


Figura 3. Curva granulométrica para el agregado grueso.

En la figura 3, se puede observar que la granulometría del agregado grueso de la cantera Tripa se encuentra dentro de los márgenes permisibles dados por el ASTM C 33, cumpliendo con los límites permisibles

### 3.1.4.2. Peso Específico y Absorción:

El peso específico y absorción, es la característica generalmente usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en las mezclas, asimismo los valores de absorción para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida entre los espacios de los poros entre partículas.

#### Peso Específico y Absorción de Agregados Finos:

Para realizar el presente ensayo se tuvo en cuenta la norma ASTM C 128 (Anexo 1), teniendo 2 muestras secadas al horno de aproximadamente 1 kg cada uno por un periodo de 16-24 horas, al día siguiente se sumergió en agua las 2 muestras de 500 gr. un día aproximadamente. Al día siguiente se utilizó una secadora para eliminar la humedad del agregado. Para determinar si la muestra esta superficialmente seca, se utilizó un molde cónico y se golpeó 25 veces con la varilla para apisonado, luego se levantó el molde y mantuvo su forma. Al segundo intento recién se logró desboronar al quitar el molde, lo que indico que el agregado fino alcanzó una condición de superficie seca. Luego se procedió a pesar dos muestras de 500 gr de agregado fino. Después se pesó la Fiola + agua hasta el nivel de aforo, luego se eliminó el agua y se secó interiormente. Inmediatamente después se procedió a llenar con agua destilada junto con la muestra hasta el nivel de aforo de la Fiola. Luego se procedió a pasar por baño maría la Fiola hasta eliminar todos los vacíos. Una vez que se logre eliminar los vacíos se deja enfriar hasta que se encuentre en temperatura ambiente la Fiola + la muestra aproximadamente 23-25 °C luego se procedió a sacar la muestra de la Fiola y se dejó en el horno por 24 hr y al día siguiente se pesó. Los resultados se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15. Peso específico y absorción de agregados finos.

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS</b>	<b>Ensayo 01</b>	<b>Ensayo 02</b>
A = Peso en el aire de la muestra desecada en gramos	491.2	491.4
B = Peso del fiola aforado lleno de agua, en gramos.	682.92	682.92
C = Peso total del fiola aforado con la muestra y lleno de agua, en gramos.	992.5	992.8
S = Peso de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.	500	500
Peso específico de masa	2.58	2.58
Absorción	1.79	1.75
Peso específico de masa PROMEDIO	2.58	
Absorción PROMEDIO	1.77	

En el cuadro 15, se puede observar que para determinar el peso específico de masa, se tiene que tener el peso en el aire de la muestra desecada en gramos, que es la muestra después haber pasado por baño maría, luego se tiene el peso de la Fiola aforada con agua potable, que nos sirvió para sacar la diferencia de volúmenes entre esta y la destilada. Se consideró también el peso de la Fiola aforada con el agua destilada más la muestra y finalmente se consideró también el peso de la muestra saturada en agua, pero que esté superficialmente seca. Estos valores nos sirven para determinar el peso específico y asimismo calcular el porcentaje de absorción.



Figura 4. Fiola en baño María con muestra llena de agua.

#### Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos

Para determinar el peso específico de los agregados gruesos se tuvo en cuenta la norma ASTM C 127 (Anexo 1), la cual se colocó 5 kg en el horno por un periodo de 16-24 hrs, luego se dejó enfriar para luego seleccionar el agregado, eliminado todo los finos existente, pasándolo por el tamiz N°04. Una vez logrado esto se pesó dos muestras de 2 kg y se procedió a lavar, luego se secó y se dejó totalmente sumergida en agua por 24 hrs. Al día siguiente se procedió a secar la muestra con una franela y se pesó. Luego se sumergió la muestra en una canastilla conectada a una balanza para determinar el peso sumergido en agua de la muestra saturada, se procedió a colocar la muestra en el horno y finalmente se pesó. Los resultados se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16. Peso específico y absorción de agregados gruesos.

<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS</b>	<b>Ensayo 01</b>	<b>Ensayo 02</b>
<b>A = Peso en el aire de la muestra seca en gramos</b>	1987.7	1986.8
<b>B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.</b>	2026.5	2032.2
<b>C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos.</b>	1261	1261.6
<b>Peso específico de masa</b>	2.60	2.58
<b>Absorción</b>	1.95	2.29
<b>Peso específico de masa PROMEDIO</b>	2.59	
<b>Absorción PROMEDIO</b>	2.12	

En el cuadro 16, para determinar el peso específico del agregado grueso, se obtiene del peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, luego de haber sido sumergido la muestra por un periodo de 16-24 hrs. El peso sumergido en agua de la muestra saturada es cuando fue pesada mediante una canastilla, y finalmente el peso en el aire de la muestra seca, es luego de haber sido pesada en la canastilla, la cual se procedió a secarlo en el horno por un día.



Figura 5. Peso sumergido de muestra saturada sumergida.

### 3.1.4.3. Contenido de humedad.

El contenido de humedad o grado de humedad está directamente relacionado con la porosidad de las partículas, los ensayos se determinaron según la norma N.T.P. 339.185.2002 para el agregado grueso y fino respectivamente.

#### Agregado Fino:

Para determinar el contenido de humedad para el agregado fino, se obtuvo con el peso tal cual viene de la cantera, que es el peso de la muestra húmeda. Se consideró una muestra de 500 gr, la cual es colocada al horno y al día siguiente se obtuvo el peso de la misma pero ya seca. Para determinar el contenido de humedad es el peso del agua entre el peso seco al horno multiplicado por 100, para obtener el valor en porcentaje.

Cuadro 17. Contenido de humedad para agregado fino.

Código	A1	A2	A3
Peso de Tara	141.9	88.1	107.3
P. de Tara + Muestra	642.4	588.1	607.4
Peso Seco + Tara	632.6	578.8	597.7
Peso de la m. humedad	500.5	500	500.1
Peso seco al horno	490.7	490.7	490.4
Peso de Agua	9.8	9.3	9.7
%w	2.00	1.90	1.98
Contenido de Humedad	1.96		

En el cuadro 17, se puede observar que el porcentaje del contenido de humedad es 1.96, que es más alto comparada al agregado grueso. Los materiales fueron analizados para no tener inconvenientes con el diseño de mezcla, porque ayuda a conocer cuál será la cantidad final de agua adicionada. Los ensayos para determinar el contenido de humedad se llevaron a cabo de acuerdo a lo estipulado a la norma N.T.P. 339.185.2002, para el agregado grueso y fino respectivamente.

## Agregado Grueso

Para determinar el contenido de humedad para el agregado grueso, se obtiene con el peso tal cual viene de la cantera, que es el peso de la muestra húmeda con una muestra de 1500 gr, la cual es colocada al horno para que al día siguiente se obtenga el peso de la misma pero seca. Para determinar el contenido de humedad es el peso del agua entre el peso seco al horno multiplicado por 100 para tener el valor en porcentaje.

Cuadro 18. Contenido de humedad para agregado grueso.

Código	1°(M1)	2°(M2)	3°(M3)
<b>Peso de Tara</b>	240.4	170.9	163.4
<b>P. de Tara + Muestra</b>	1741	1671.8	1663.9
<b>Peso Seco + Tara</b>	1728.4	1661.6	1659.6
<b>Peso de la m. humedad</b>	1500.6	1500.9	1500.5
<b>Peso seco al horno</b>	1488	1490.7	1496.2
<b>Peso de Agua</b>	12.6	10.2	4.3
<b>%w</b>	0.85	0.68	0.29
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>0.61</b>		

En el cuadro 18, se puede observar que el porcentaje del contenido de humedad es 0.61 que es menos comparado al agregado fino. Los materiales fueron analizados para no tener inconvenientes con el diseño de mezcla. El contenido de humedad o grado de humedad de las partículas para determinar el contenido de humedad se llevaron a cabo de acuerdo a lo estipulado a la norma N.T.P. 339.185.2002, para el agregado grueso y fino respectivamente.



Figura 6. Muestra secada al horno.

#### 3.1.4.4. Peso unitario

El peso específico o peso unitario se llevó a cabo según la norma técnica peruana (Anexo 1) AGREGADOS: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (N.T.P.400.017).

#### Agregado Fino

Para determinar el peso unitario compactado del agregado fino, se utilizó un molde metálico pequeño de 16 cm de alto y 16 cm de diámetro, la cual se realizó 2 ensayos considerando el peso unitario suelto es simplemente el peso dado en todo el volumen del molde y el peso compactado que dada en 3 capas, chuseando cada 25 golpes. Se logró determinar cuál es el peso compactado. Los resultados se muestran en el cuadro 19.

Cuadro 19. Peso unitario suelto y compactado para agregado fino

	<b>Peso Unitario Suelto ASTM C-29</b>		
<b>Peso del Tarro (gr)</b>	4888	4888	4888
<b>Volumen del Tarro (cm<sup>3</sup>)</b>	3026	3026	3026
<b>Peso de Muestra + Tarro</b>	9505	9450	9561
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1525.78	1507.60	1544.28
Peso Unitario Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1525.89</b>		
	<b>Peso Unitario Compactado ASTM C-29</b>		
<b>Peso del Tarro (gr)</b>	4888	4888	4888
<b>Volumen del Tarro (cm<sup>3</sup>)</b>	3026	3026	3026
<b>Peso de Muestra + Tarro</b>	10068	10134	10135
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1711.83	1733.64	1733.97
Peso Unitario Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1726.48</b>		

En el cuadro 19, se puede observar que el peso unitario compactado es mayor que el suelto, debido que el agregado compactado ocupa más los vacíos que el suelto. Para obtener un valor más confiable, es necesario promediar entre 3 valores.



Figura 7. Peso unitario suelto de la muestra y el molde.

## Agregado Grueso

Para determinar el peso unitario del agregado fino, se utilizó un molde metálico pequeño de 31 cm de alto y 21 cm de diámetro, la cual se realizó 2 ensayos, considerando el peso unitario suelto que es el peso dado en todo el volumen del molde y el peso compactado que dada en 3 capas, chuseando cada 25 golpes se determinar cuál es el peso compactado. Los resultados se muestran en el cuadro 20.

Cuadro 20. Peso unitario suelto y compactado para agregado grueso

	<b>Peso Unitario Suelto ASTM C-29</b>		
<b>Peso del Tarro (gr)</b>	8583	8583	8583
<b>Volumen del Tarro (cm<sup>3</sup>)</b>	10314	10314	10314
<b>Peso de Muestra + Tarro</b>	23941	23880	23804
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1489.04	1483.13	1475.76
Peso Unitario Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1482.64</b>		
	<b>Peso Unitario Compactado ASTM C-29</b>		
<b>Peso del Tarro (gr)</b>	8583	8583	8583
<b>Volumen del Tarro (cm<sup>3</sup>)</b>	10314	10314	10314
<b>Peso de Muestra + Tarro</b>	24805	24956	24826
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1572.81	1587.45	1574.85
Peso Unitario Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	<b>1578.37</b>		

En el cuadro 20, se puede observar que el peso unitario compactado es mayor que el suelto, debido a que el compactado ocupa más los vacíos que el suelto. Se usaron 3 valores para promediario y obtener valores más confiables.



Figura 8. Varillado al agregado grueso para el peso unitario compactado

### 3.2. Diseño de Mezclas por el método ACI

El diseño de mezcla se realizó de acuerdo al método ACI- COMITÉ 211. Siguiendo las condiciones y requerimientos necesarios para obtener la resistencia a la compresión requerida. Una vez obtenida todas las características de los agregados, el peso específico de la masa y el peso unitario compactado nos ayudan a determinar el peso del agregado fino y grueso. El porcentaje de absorción y contenido de humedad, ayudó en la corrección del agua total neta según cuanto absorba o contenga el agregado húmedo. El módulo de fineza y el tamaño máximo nominal, nos ayudó a determinar el volumen del agua según el tipo de asentamiento a la cual se diseña, también ayudó a determinar el porcentaje de aire atrapado y finalmente ayudó a determinar cuál es el peso del agregado grueso, según unas tablas dadas por el ACI COMITÉ 211.

El diseño de mezcla determino las proporciones de los materiales de una mezcla de concreto para ciertas características deseadas (en nuestro caso un concreto de  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>). Este cálculo es estimado, ya que se puede ajustar según las características de la mezcla cuando se esté preparando. Para la presente investigación el diseño de mezcla se realizó por el método ACI comité 211. El reglamento peruano “Reglamento nacional de edificaciones, norma E.060” establece desviación estándar para dosificación de mezclas basada en la experiencia en obra, debido a que el personal encargado de preparación de mezclas no cuenta con experiencia agregamos un factor de + 84 kg/cm<sup>2</sup> para asegurar que el diseño cumpla con lo requerido. Por tal motivo se realizó un diseño de mezcla para un concreto de  $f'cr= 294$  kg/cm<sup>2</sup> (Anexo 2). El mezclado se efectuó por lo menos durante 90 – 120 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante ensayos de uniformidad de mezclado, teniendo en cuenta lo especificado en (ASTM C 94M). Los resultados se muestran en el cuadro 21.

Cuadro 21. Valores de diseño finales por metro cubico de mezcla.

<b>VALORES DE DISEÑO POR METRO CÚBICO DE MEZCLA (SECO)</b>			
CEMENTO	AGUA	AGREG. FINO	AGREG. GRUESO
345.63	193.00	665.17	1080.05
<b>VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>			
CEMENTO	AGUA	AGREG. FINO	AGREG. GRUESO
345.63	208.10	678.18	1086.60

En el cuadro 21, se obtuvieron los valores de diseño por m<sup>3</sup> de mezcla, la cual es agrupado en 2 grupos, uno que conforma a los valores de diseño sin corrección por humedad, y el que se empleó para el cálculo de materiales, los valores de diseño corregidos por humedad de agregados.

Cuadro 22. Proporciones de mezcla de diseño

<b>PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO</b>				
<b>COMPONENTES DEL CONCRETO</b>	<b>PROPORCION EN PESO</b>		<b>PROPORCION EN VOLUMEN</b>	
	<b>SECO</b>	<b>CORREGIDA POR HUMEDAD</b>	<b>SECO</b>	<b>CORREGIDA POR HUMEDAD</b>
CEMENTO	1.00	1.00	1	1
AGREGADO FINO	1.92	1.96	1.89	1.93
AGREGADO GRUESO	3.12	3.14	3.16	3.18
AGUA (En litros/bol.)	23.73	25.59	23.73	25.59

En el cuadro 22, se puede observar que se tienen los valores dados en proporciones en peso y volumen, asimismo en seco y con corrección por humedad. Estas proporciones dadas se usan mayormente para obra.

### 3.3. Cálculo de cantidad de materiales

Las fibras utilizadas para reforzar el concreto es de la marca Sika de nombre Sika® Fiber CHO 65/35 NB y Sika fiber PE, en presentación pegadas las de acero y monofilamentos sintéticos. Las fibras de polipropileno, sirven para para facilitar la homogenización en el concreto. Las probetas que se elaboraron tienen forma cilíndrica. Se elaboraron cuatro grupos de probetas, 6 probetas por grupo, el G1 es el grupo con estimulación al 10% de F.A y F.P, el G2 está dado al 15 % de F.A. y F.P, el G3 al 20% de F.A. y F.P. y el G4 es el grupo control que es un concreto convencional. En cada grupo se le consideró lo siguiente por m<sup>3</sup>. Los resultados se muestran en el cuadro 23.

Cuadro 23. Cantidad de fibras de acero por probeta.

Grupo	Kg de fibras de acero por m <sup>3</sup>	Gr de fibras de polipropileno por m <sup>3</sup>
G1	25.00	600
G2	25.00	600
G3	25.00	600
G4	0.00	0.00

En el cuadro 23, se puede apreciar la cantidad de fibras de acero y polipropileno que se usó para cada grupo. Cabe mencionar que el valor mostrado esta dado para un m<sup>3</sup>, lo cual si se desea calcular cuántos kg o Gr es por probeta, simplemente se multiplicaría por su volumen y el porcentaje de estímulo que se diseñó, según cada grupo control.

Cuadro 24. Calculo de materiales para 3 probetas.

GRUPO	CEMENTO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	Agua (lts)	F.A. (Gr.)	F.P. (Gr)
<b>G1</b>	6.60	20.74	12.94	3.97	47.71	1.15
<b>G2</b>	6.60	20.74	12.94	3.97	71.57	1.72
<b>G3</b>	6.60	20.74	12.94	3.97	95.43	2.29
<b>G4</b>	6.60	20.74	12.94	3.97	0.00	0.00

En el cuadro 24, se puede apreciar que se calculó la cantidad de cada material dado para 3 probetas, la cual está en función de la cantidad de material por metro cubico, el volumen multiplicado por el número de probetas y un porcentaje del 20% de desperdicio. Para el cálculo de cantidad de fibras de acero y polipropileno, se determina multiplicando la cantidad de fibras por metro cubico con el volumen de la probeta, luego se calcula según cada grupo que porcentaje de fibras que se usó, multiplicando por el número de probetas y con el porcentaje de desperdicio.

### 3.4. Ensayo por resistencia a compresión

#### 3.4.1. Ensayos de concreto fresco

##### Asentamiento

El presente ensayo se realizó según la N.T.P. 339.035.2009. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland, al concreto en estado fresco, la cual ayudó a clasificarlo y ver si es un concreto poco trabajable, trabajable y muy trabajable. La cual se obtuvo un Slump de 3-4”, mediante el cono de Abrams, siendo un tipo de concreto trabajable la cual estuvo dentro del diseño de mezclas. Los resultados que se obtuvieron se muestran a continuación en el cuadro 25.

Cuadro 25. Asentamiento máximo en el concreto fresco.

GRUPO	SLUMP (PULG)
G1	3.5
G2	3.3
G3	3.0
G4	3.7

En el cuadro 25, se logra observar que el mayor asentamiento obtenido es el sin adición de fibras de acero y polipropileno (G4), teniendo un asentamiento de 3.7”, el por otro lado tenemos que el G1 tiene un asentamiento de 3.5”, el G2 un asentamiento de 3.3” y finalmente se tiene que el G3 tiene un menor asentamiento con 3.0”.

### Temperatura

El ensayo de temperatura del concreto se realizó según N.T.P. 339.184:2013. HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). La adición de fibras de acero y polipropileno marca Sika, en dosis de 0%, 10%, 15% y 20% al concreto para 294 kg/cm<sup>2</sup>, no afecta a la temperatura del concreto, obteniendo temperaturas del concreto que van desde los 23 °C hasta los 25°C, la cual se puede observar en la figura 9.



Figura 9. Temperatura al concreto fresco.

### 3.4.2. Ensayos de concreto endurecido

#### 3.4.2.1. Curado del concreto:

El proceso de curado de probetas se consideró la N.T.P. 339.033.2009. HORMIGON (CONCRETO). Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Se realizó mediante la inmersión de los elementos en agua (curado con aplicación continua de agua), controlando la temperatura de la misma para evitar daños en el material. El tiempo de curado fue de 14 y 28 días cumpliendo con los requerimientos de la norma ACI 308 R. El tiempo de curado de concreto sin aire incorporado de acuerdo a la relación agua cemento de puede apreciar en la figura

10. Asimismo se observa en la figura 11, que están las probetas cilíndricas en la piscina de curado.

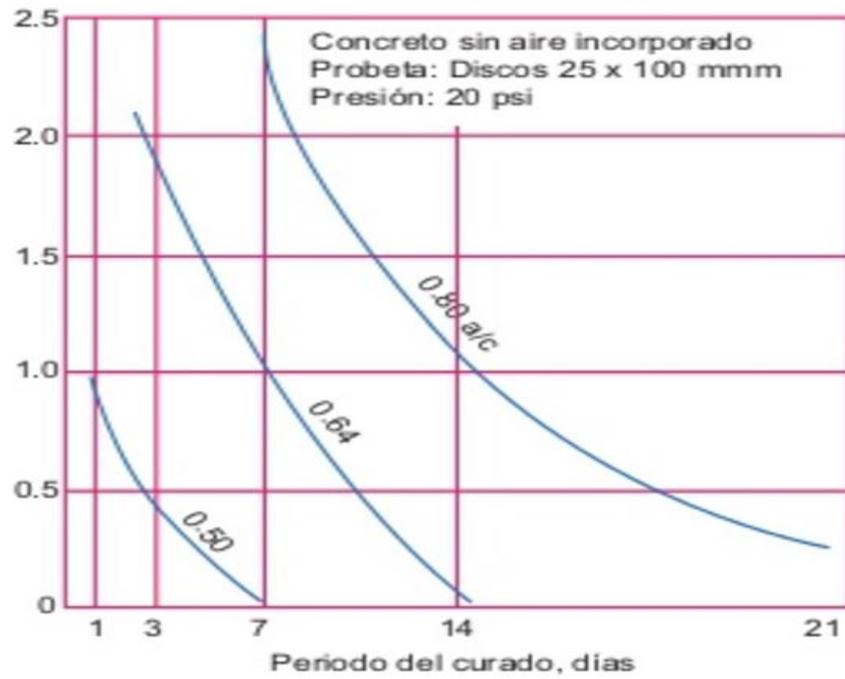


Figura 10. Periodo de curado.

Fuente. ACI

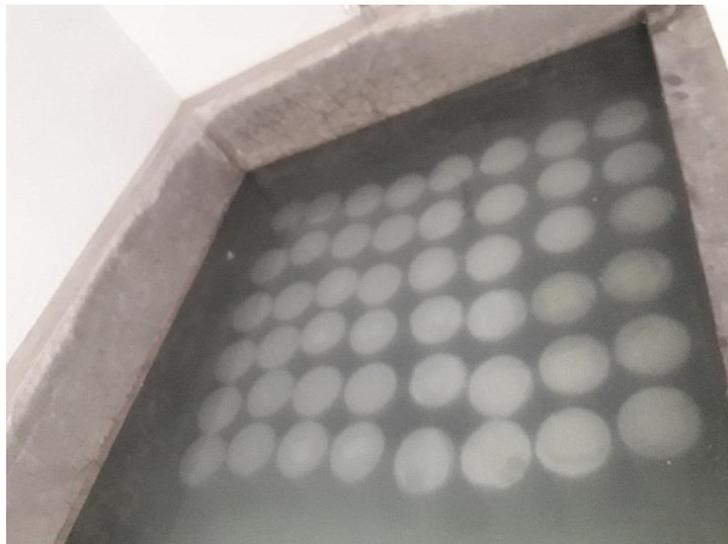


Figura 11. Probetas cilíndricas en piscina de curado.

### 3.4.2.2. Resistencia a la compresión:

Los ensayos fueron realizados para la edad 14 y 28 días. Para realizar la rotura de probetas a las edades mencionadas, se utilizó la normatividad expuesta en la N.T.P. 339.034.1999. “Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto” y la norma ASTM C 39 “Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto”. Los resultados obtenidos para 28 días se muestran a continuación en el cuadro 26.

Cuadro 26. Resultados de prueba de resistencia a la compresión.

Grupos	Resistencia Especificada (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Requerida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Obtenida (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Obtenida (MPa)
G1	210	294	303.37	29.75
	210	294	308.45	30.25
	210	294	306.07	30.02
G2	210	294	311.94	30.59
	210	294	312.65	30.66
	210	294	310.27	30.43
G3	210	294	322.98	31.67
	210	294	320.85	31.46
	210	294	314.99	30.89
G4	210	294	298.81	29.30
	210	294	289.19	28.36
	210	294	293.69	28.80

En la cuadro 26 muestra los valores correspondientes a la resistencia a la compresión de cada una de las probetas de los cuatro grupos. Para el grupo G1 el máximo valor  $f'_{cr}$  es de 308.45 kg/cm<sup>2</sup>, para el grupo G2 el  $f'_{cr}$  mayor es 312.65 kg/cm<sup>2</sup>, el grupo G3  $f'_{cr}$  de 322.98 kg/cm<sup>2</sup> y el G4  $f'_{cr}$  de 298.81 kg/cm<sup>2</sup>. Asimismo, se puede observar también los valores mínimos, como el G1 con un valor de  $f'_{cr}$  es de 303.37 kg/cm<sup>2</sup>, para el grupo G2 el  $f'_{cr}$  menor de 310.27 kg/cm<sup>2</sup>, el grupo G3  $f'_{cr}$  de 314.99 kg/cm<sup>2</sup> y el G4  $f'_{cr}$  de 289.19 kg/cm<sup>2</sup>.

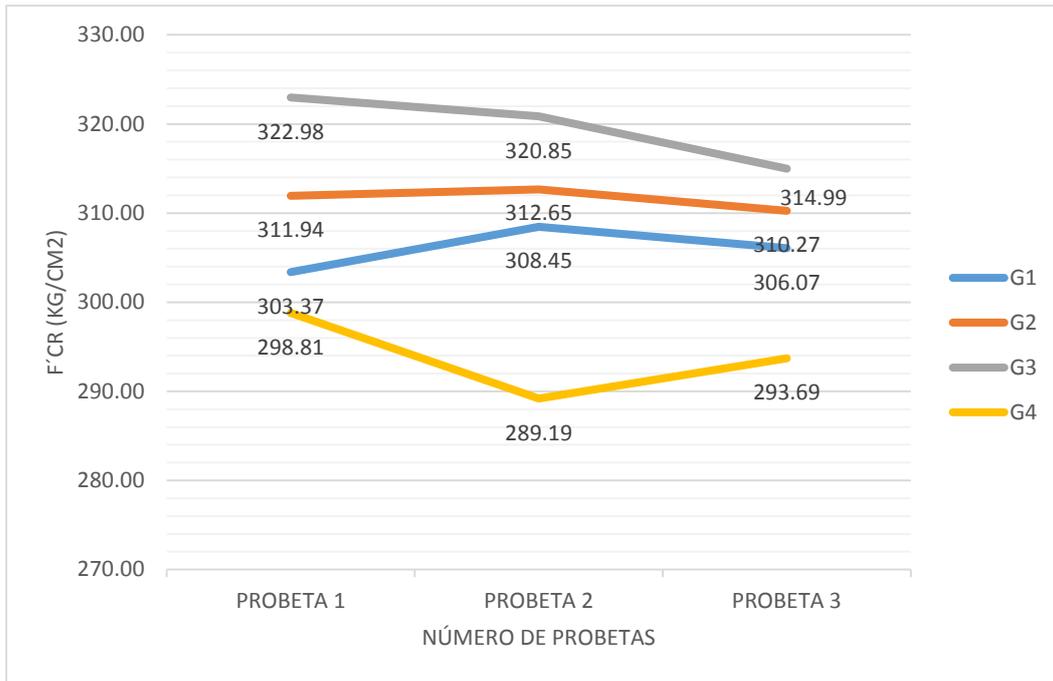


Figura 12. Resistencia a la compresión por probeta.

La figura 12 muestra los resultados del ensayo de resistencia a compresión realizado a 4 grupos de acuerdo a la NTP 339.034, el grupo G1 presentó una dosificación de fibra de acero y polipropileno del 10% por 25 kg/m<sup>3</sup> y 600 gr/m<sup>3</sup>, el grupo G2 presentó una dosificación de fibra de acero y polipropileno de 15% por 25 kg/m<sup>3</sup> y 600 gr/m<sup>3</sup>, el G3 tuvo el mayor porcentaje de fibras de acero y polipropileno, adicionando el 20% por 25kg/m<sup>3</sup> y 600 gr/m<sup>3</sup> y finalmente el grupo G4, que es el grupo control en la cual no se le adiciono fibras. Cada grupo estuvo conformado de 6 especímenes en donde se obtuvo 3 resultados, para el grupo G1 se alcanzó el valor promedio de  $f'_{cr} = 305.96$  kg/cm<sup>2</sup>, para el grupo G2 el  $f'_{cr} = 311.62$  kg/cm<sup>2</sup>, el grupo G3  $f'_{cr} = 319.61$  kg/cm<sup>2</sup> y el grupo G4 siendo el grupo control alcanzó el valor de  $f'_{cr} = 293.90$  kg/cm<sup>2</sup>.

Cuadro 27. Máxima resistencia a la compresión para 14 y 28 días.

Grupos	0 días	14 días	28 días
<b>G1</b>	0	174.68	308.45
<b>G2</b>	0	178.70	312.65
<b>G3</b>	0	185.86	322.98
<b>G4</b>	0	171.83	298.81

En el cuadro 27, muestra los resultados del ensayo de máxima resistencia a la compresión en función de días, realizado de acuerdo a la NTP 339.034, obteniendo una máxima resistencia a la compresión para 14 días de  $f'_{cr}=185.86$  kg/cm<sup>2</sup> y para 28 días de  $f'_{cr}= 322.98$  kg/cm<sup>2</sup>.

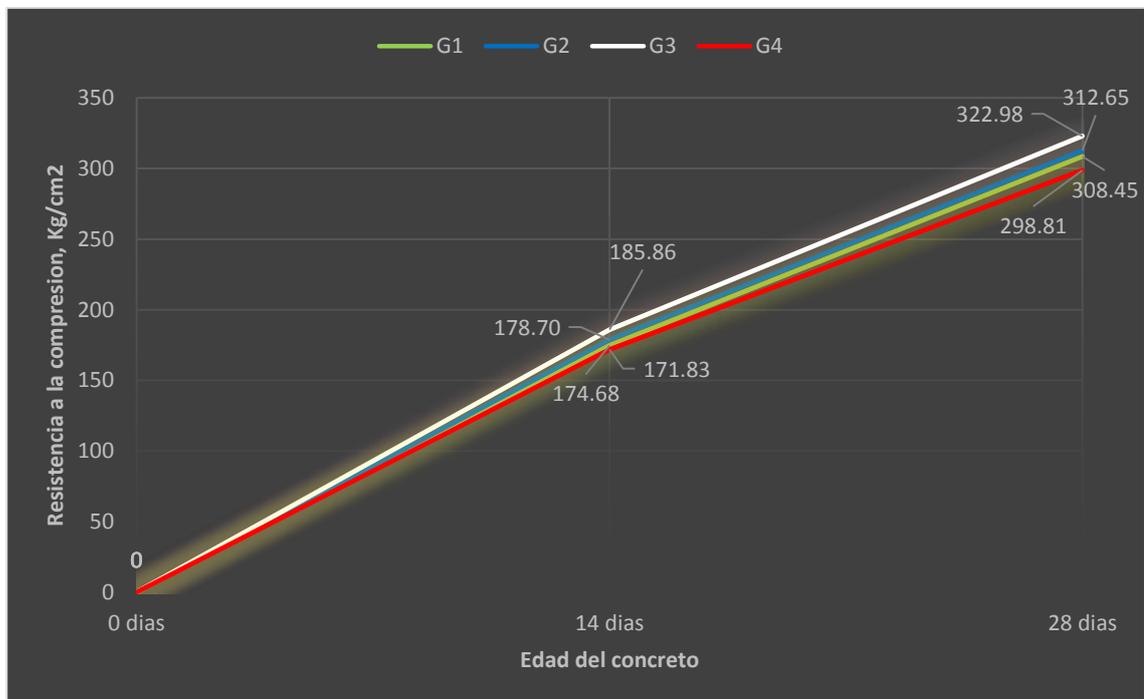


Figura 13. Máxima resistencia a la compresión.

En la figura 13, se muestran los resultados del ensayo de máxima resistencia a la compresión en función de días, realizado de acuerdo a la NTP 339.034, la cual se puede observar que de los cuatro grupos, uno de ellos es el grupo control G4 que obtiene menor resistencia de  $f'_{cr}= 171.83$  kg/cm<sup>2</sup> para 14 días y  $f'_{cr}= 293.90$  kg/cm<sup>2</sup> para 28 días, comparada a los demás grupos. Según la figura, se podría decir que el grupo G3, que tiene mayor adición de fibras de acero y polipropileno obtiene la mayor resistencia de  $f'_{cr}= 185.86$  kg/cm<sup>2</sup> para 14 días y  $f'_{cr}= 322.98$  kg/cm<sup>2</sup> para 28 días.

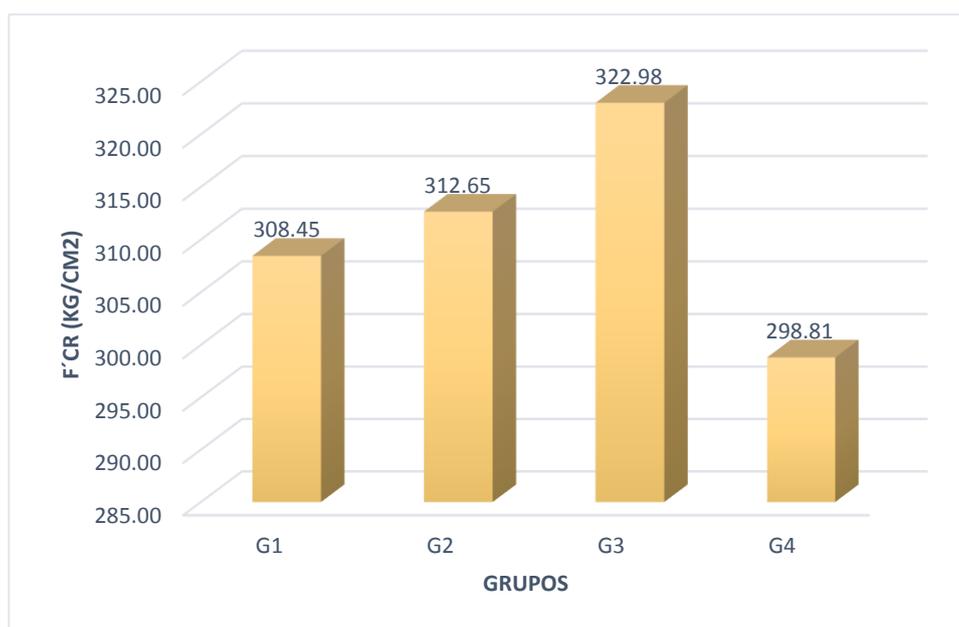


Figura 14. Máxima resistencia a la compresión para 28 días.

En la figura 14, se muestra que la máxima resistencia obtenida de acuerdo a los ensayos de laboratorio pertenece al grupo G3, el cual tiene una dosificación de fibras de acero y polipropileno de 20%, teniendo un resistencia de  $f'_{cr} = 322.98 \text{ kg/cm}^2$ .

Cuadro 28. Porcentaje de variación con respecto al grupo control.

Grupos	Probetas	F'cr máximo obtenido	% de variación
G1	3	308.4522	3.23
G2	3	312.6474	4.63
G3	3	322.9847	8.10
G4	3	298.8084	0.00

En cuadro 28, se expresa la máxima resistencia a la compresión para el grupo G3 (20% F.A y F.P), superando al grupo control G4 (0% F.A y F.P) en un 8.10 %. En cuanto al grupo G2 (15% de F.A y F.P), aumenta un 4.63% con respecto al grupo control G4 (0% F.A y F.P) y finalmente el grupo G1 (10% F.A y F.P) en un 3.23% respecto al G4 (0% F.A y F.P).

Cuadro 29. Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	,110	12	,200*	,971	12	,923

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

En el cuadro 29, se muestra la prueba de normalidad de la resistencia a compresión, en donde se puede ver que el nivel de significancia fue 0.923 (elegimos el Sig. de Shapiro-Wilk, ya que tuvimos menos de 50 datos), por ser mayor a 0.05, no existe diferencia significativa entre los grupos; entonces se hizo un análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un solo factor).

Cuadro 30. Análisis descriptivo de medias de la resistencia a compresión.

Descriptivos								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
GRUPO G1	3	305,9633	2,54168	1,46744	299,6495	312,2772	303,37	308,45
GRUPO G2	3	311,6200	1,22184	,70543	308,5848	314,6552	310,27	312,65
GRUPO G3	3	319,6067	4,13756	2,38882	309,3284	329,8849	314,99	322,98
GRUPO G4	3	293,8967	4,81333	2,77898	281,9397	305,8536	289,19	298,81
Total	1 2	307,7717	10,21794	2,94966	301,2795	314,2638	289,19	322,98

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En el cuadro 30, se muestra el análisis descriptivo de medias de la resistencia compresión, con un 95% del intervalo de confianza para la media. La media del Grupo G1 fue 305.9633 kg/cm<sup>2</sup>, del Grupo G2 fue 311.62 kg/cm, del Grupo G3 fue de 319.6067 kg/cm<sup>2</sup> y del Grupo G4 fue 293.8967 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, los valores máximos y mínimos se puede observar en el cuadro 29 de cada grupo en estudio.

Cuadro 31 Análisis estadístico comparativo a medias (ANOVA de un factor).

<b>ANOVA</b>					
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1051,988	3	350,663	29,076	,000
Dentro de grupos	96,481	8	12,060		
Total	1148,469	11			

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En el cuadro 31, se muestra el análisis estadístico comparativo de medias (ANOVA de un factor), la cual el nivel de significancia fue 0.00, la cual fue menor a 0.05, esto quiere decir que hay diferencias significativas entre los grupos de estudio. Entonces será evaluado estadísticamente aplicando ANOVA – POST HOC-Tukey.

Cuadro 32. Relación entre grupos de ensayos.

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>				
<b>HSD Tukey<sup>a</sup></b>				
Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
GRUPO G4	3	293.89667		
GRUPO G1	3		305.96333	
GRUPO G2	3		311.62000	311.62000
GRUPO G3	3			319.60667
Sig.		1.000	0.266	0.086
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.				

Fuente: IBM SPSS Statistics 25.

En el cuadro 32, muestra relación entre los Grupos 1 y Grupo 2, los mismos que son diferentes del Grupo 3 y diferente también al Grupo 4 evaluado estadísticamente aplicando ANOVA – POST HOC-Tukey.

Cuadro 33. Comparación múltiple entre muestras

Muestras	Grupo G1	Grupo G2	Grupo G3	Grupo G4
14 días				
Grupo G1	-----	0.630	0.007*	0.208
Grupo G2	0.630	-----	0.035*	0.038*
Grupo G3	0.007**	0.035*	-----	0.001**
Grupo G4	0.208	0.038*	0.001**	-----
28 días				
Grupo G1	-----	0.266	0.006**	0.012*
Grupo G2	0.266	-----	0.086	0.001**
Grupo G3	0.006**	0.086	-----	0.000**
Grupo G4	0.012*	0.001**	0.000**	-----

\*La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05 ( $p < 0,05$ )

\*\*La diferencia de medias es muy significativa en el nivel 0.01 ( $p < 0,01$ )

En el cuadro 33, muestra la comparación entre las muestras por cada grupo. Se ha realizado la comparación catalogándolo según diferencias significativas de 0.05 ( $p < 0,05$ ) y con diferencias muy significativas de 0.01 ( $p < 0,01$ ). Se muestran los resultados de cada grupo en el cuadro 32.

#### IV. DISCUSIÓN

##### Asentamiento:

El ensayo de asentamiento se realizó según la NTP 339.035 y la ASTM C-143, la cual sirve para determinar la consistencia o fluidez de la mezcla. Del cuadro 25, se puede observar que el mayor asentamiento obtenido es el Grupo G4 (0% F.A y F.P.), fue de 3.7", por otro lado, tenemos que el Grupo G1 (10% F.A y F.P.) tuvo un asentamiento de 3.5", el Grupo 2 (15% F.A y F.P.) Obtuvo un asentamiento de 3.3" y finalmente el Grupo G3 (20% de F.A. y F.P.) tiene un menor asentamiento de 3.0". Dado esto, comparado con otros resultados, se afirma que existe la disminución del asentamiento cuando se adiciona las fibras de acero o polipropileno, la cual sustenta la presente investigación.

Según Armas (2016), se tiene que el diseño de mezcla patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup> tuvo un Slump de 3.80 pulg., reduciéndose a 2.91, 2.17 y 1.77 pulgadas (disminuciones del 23%, 43% y hasta el 53% del Slump de diseño), al adicionarse fibra de polipropileno Chema Fibra Ultrafina en dosis de 200, 300 y 400 gr/m<sup>3</sup> respectivamente. Por otro lado, Sotil y Zegarra (2015), tienen que para un Slump de 6", disminuyo en +/-1.5 pulg con respecto a su grupo control. Por otro lado, De la Cruz y Quispe (2014) tuvieron como resultado que la adición de filamentos de acero, influye sobre la propiedad del concreto en estado fresco, predominando la reducción de la trabajabilidad, el asentamiento de la mezcla reduce de 3 1/4" a 3". La investigación demuestra que la adición de fibras de acero y polipropileno disminuye el asentamiento, la cual se puede modificar el proporcionamiento de la mezcla o agregar un tipo de aditivo plastificante para lograr conseguir una mezcla más trabajable.

##### Temperatura:

El ensayo de temperatura del concreto se realizó según NTP 339.184:2013. HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). La adición de fibras de acero y polipropileno marca Sika, en dosis de 0%, 10%, 15% y 20% para una resistencia de 294 kg/cm<sup>2</sup>, no afecta a la temperatura del concreto, obteniendo temperaturas del concreto que van desde los 23 °C hasta los 25°C. Según Armas (2016), afirma que la adición de fibras no afecta a la temperatura del concreto en estado plástico, se mantiene entre los 26 °C hasta los 28 °C.

La investigación demuestra que las fibras de acero y polipropileno, no afecta la temperatura del concreto, como referencia tenemos a la investigación mencionada, dado que su estudio fue realizado en Pimentel-Chiclayo, se justifica que los valores que se obtengan de la temperatura, están en función de la localidad en la cual se realice el concreto.

#### Resistencia a la Compresión:

Para realizar la rotura de las probetas a las edades mencionadas, se utilizó la N.T.P. 339.034 “Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto” y la ASTM C 39 “Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto”. La resistencia a la compresión en el cuadro 26, nos muestra que adicionando 20% de fibras de acero y 20% de polipropileno (25 kg/m<sup>3</sup> y 600 gr/m<sup>3</sup>), el grupo G3 obtuvo una resistencia máxima de  $f'_{cr} = 322.98$  kg/cm<sup>2</sup> con respecto al grupo control que obtuvo un valor máximo de  $f'_{cr} = 298.81$  kg/cm<sup>2</sup>, asimismo en el cuadro 27, se obtuvo un porcentaje de variación de +8.10% con respecto al grupo control. Por su parte, Quintana y Valencia (2016), demostraron que adicionando las fibras de acero a catorce días superó el 30% de la resistencia del diseño esperado, a los veintiuno días superó el 38% de la resistencia y a los veintiocho días se obtuvo el 44% por encima de la resistencia esperada.

Por otro lado, Armas (2016), las propiedades mecánicas del concreto se ven incrementadas con la adición de fibra de polipropileno, aproximadamente en un 3% y 14% a la edad de 28 días, respectivamente. La dosis de 400 gr/m<sup>3</sup> genera una resistencia a la compresión a los 28 días de 187.23, 216.32 y 307.93 kg/cm<sup>2</sup> para los diseños patrones de 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Por su parte, Quintana y Valencia (2016) utilizando fibras de acero llegó a la conclusión que los resultados evidenciaron que la mezcla, ofreció una mejora en la resistencia a la compresión de los cilindros con fibra de acero con respecto a los cilindros sin fibra, notándose que la mezcla con adición del 14 % fue la más alta, obteniendo una resistencia promedio 24500 kg-f o de 4324 psi, superando en un 13,65 % la capacidad de resistencia a la compresión de la mezcla de concreto sin adición. Al respecto, Gutiérrez y Palomino (2015) afirman que, para la resistencia a la compresión, en un concreto de resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup> al adherir fibras CHO 80/60 para dosificaciones de 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, aumenta incluso un 19%, 23% y 22%. Para fibra PP65 en

dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, aumenta hasta un 8%, 21% y 17%. Asimismo, Elizondo, Monge y Navas (2013) y Fernández (2013), afirman que las fibras de acero y polipropileno mejoran las propiedades mecánicas del concreto, incrementando su resistencia a la compresión, durabilidad, a la fatiga dinámica y a la tracción. Puede garantizarse que la añadidura de fibras de polipropileno incide en la ganancia de resistencia a la compresión de una mezcla de concreto, en dosificaciones de hasta 0.3% del volumen de mezcla.

A partir de la figura 14, se justifica que mientras se adicione más porcentaje de fibras de acero y polipropileno al concreto va aumentar la resistencia a la compresión. No obstante, tiene que realizarse ensayos previos para determinar la dosificación adecuada, partiendo de todo esto, se cumple con la hipótesis que las fibras de acero y polipropileno aumenta la resistencia a la compresión del concreto.

## V. CONCLUSIONES

Se realizó el análisis de agregados, la cual se logró obtener las características físicas, la cual se obtuvo el peso específico de la masa para agregado fino de 2.58 gr/m<sup>3</sup> y 2.59 gr/m<sup>3</sup> para el agregado grueso, el peso unitario compactado fue de 1726.48 kg/m<sup>3</sup> para el agregado fino y para el agregado grueso fue de 1578.37 kg/m<sup>3</sup>, dado que estos valores nos ayudaron a determinar el peso del agregado fino y grueso. El porcentaje de absorción se tuvo 1.77% para el agregado fino y 2.12 para el agregado grueso, contenido de humedad fue de 1.96% para el agregado fino y 0.61% para el agregado grueso, estos valores ayudaron a la corrección del agua total neta, según cuanto absorba o contenga el agregado húmedo. El módulo de fineza fue de 2.66 para el agregado fino y el tamaño máximo nominal fue de 1", la cual estos valores nos ayudaron a determinar el volumen del agua según el tipo de asentamiento a la cual se diseña, asimismo ayudó a determinar el porcentaje de aire atrapado y finalmente ayudó a determinar cuál es el peso del agregado grueso, según unas tablas dadas por las normas vigentes (ACI). Todo el análisis que se llevó a cabo, sirvió para realizar un buen diseño de mezclas y obtener la resistencia a la compresión del concreto requerida.

Se obtuvo la máxima resistencia a la compresión para el grupo G3 (20% F.A y F.P), superando al grupo control G4 (0% F.A y F.P) en un 8.10 %. En cuanto al grupo G2 (15% de F.A y F.P), aumenta un 4.63% con respecto al grupo control G4 (0% F.A y F.P) y finalmente el grupo G1 (10% F.A y F.P) en un 3.23% respecto al G4 (0% F.A y F.P). Concluyendo que la dosificación adecuada de las fibras de acero es de 25 kg/m<sup>3</sup> y polipropileno es de 600 gr/m<sup>3</sup>, la cual adicionando las fibras al 20% se logró obtener una resistencia máxima, permitiendo una mejor trabajabilidad y favoreciendo a la resistencia a la compresión.

La máxima resistencia a la compresión del concreto reforzada con fibras de acero y polipropileno, pertenece al grupo G3 el cual tiene una dosificación de 20% de fibras de acero y polipropileno, teniendo una máxima resistencia para 28 días de  $f'_{cr} = 322.98$  kg/cm<sup>2</sup>.

Se realizó la comparación entre un concreto convencional (Grupo G4) y un concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno (Grupo G1, G2 y G3), obteniendo que para

el grupo G1 (10% F.A. y F.P.) alcanzó una máxima resistencia a la compresión de  $f'_{cr}= 308.45 \text{ kg/cm}^2$ , para el grupo G2 (15% F.A y F.P) obtuvo una resistencia máxima de  $f'_{cr}= 312.65 \text{ kg/cm}^2$ , el grupo G3 (20% F.A. y F.P.) obtuvo un valor máximo de  $f'_{cr}= 322.98 \text{ kg/cm}^2$  y finalmente el Grupo G4, siendo este el concreto convencional, obtuvo una resistencia máxima a la compresión de  $f'_{cr}= 298.81 \text{ kg/cm}^2$ .

Se evaluó la influencia de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, influyendo significativamente en su resistencia a medida que se le adhería mayor porcentaje de fibras, la cual permitió que los materiales se adhieran más y formando un concreto con mejores características por efecto a compresión.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar investigaciones sobre la influencia de las fibras de acero y polipropileno por efectos de flexión y corte. También realizar ensayos para el concreto endurecido, como pruebas de ductilidad, abrasión, tenacidad, fatiga, etc. Quizá las fibras brinden algún otro beneficio al concreto, ya que aportaría mucho a las grandes obras hidráulicas.
- Las fibras de acero y polipropileno simplemente son un refuerzo secundario al concreto, la cual no reemplaza al acero, entonces la aplicación de estas fibras es recomendable para pavimentos rígidos, losas aligeradas y macizas. Se tiene que investigar a más profundidad la dosificación de las fibras de acero y polipropileno, ya que si se aplica en exceso genera vacíos al concreto, la cual se debe evaluar a más minuciosamente la relación de las fibras con el grado de reducción de permeabilidad con fines de aplicación a obras de hidráulica y arte. Se podría decir que estas serían de mayor utilidad en todos los elementos estructurales que tengan una gran área, ya que se comportan mejor las fibras frente a la fisuración en extensas áreas.
- Para futuras investigaciones se recomienda evaluar dosificaciones de 30, 35 y 40 kg por metro cubico de fibras de acero y 700 gr, 800 gr, 900 gr por metro cubico de fibras de polipropileno, ya que existe la posibilidad que alcance una mayor resistencia las obtenidas en la presente investigación.

## **VII. REFERENCIAS**

ALDANA, Fabián y CAÑON Lorena. Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de concreto con fibras de polipropileno Sikafiber® ad de Sika y Toc fibra500 de Toxement. Tesis. Colombia.

AMERICAN Concrete Institute 308R (ACI). Guide to External Curing of Concrete. 1° Edition. United States, 2016.

AMERICAN Concrete Institute 318 (ACI). Regulation requeriments for structural concrete. 1° Edition. United States, 2005.

AMERICAN Society for Testing and Materials C136 (ASTM). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. United States. 2014.

AMERICAN Society for Testing and Materials C128 (ASTM). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate. United States. 2015.

AMERICAN Society for Testing and Materials C127 (ASTM). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. United States. 2015.

AMERICAN Society for Testing and Materials C39 (ASTM). Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. United States. 2018.

AMERICAN Society for Testing and Materials C33 (ASTM). Standard Specification for Concrete Aggregates. United States. 2015.

ARMAS, César. Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. Tesis. Perú: Universidad Señor de Sipán, 2016.

BLENDER. Fibras de acero dúctiles para el refuerzo del concreto. Revista Fibercon Acero. México, 2015.

CARMONA, Sergio y CABRERA, Manuel. Comportamiento al corte de hormigones reforzado con fibras de acero. CHILE, Vol. 24 N° 1. Abril 2009. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732009000100004](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732009000100004)

CHAPOÑAN, José y QUISPE, Joel. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaría-Nuevo Chimbote. Tesis. Perú: Universidad Nacional del Santa, 2017.

DE LA CRUZ, Wilmer y QUISPE, Walter. Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga-Ayacucho. Tesis. Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014.

ELIZONDO, Luisa, MONGE, Sukti y NAVAS, Alejandro. Evaluación del comportamiento de la fatiga de una mezcla de concreto MR-45MPa con adición de polipropileno, Costa Rica, Volumen 3. 2013 Disponible en: <https://www.lanam0me.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/523/73.%20Evaluacion%20del%20comportamiento%20de%20la%20fatiga%20de%20una%20mezcla%20de%20concreto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FERNÁNDEZ, Manuel. Hormigones reforzados con fibras de acero. Madrid, Edición 2. 1981. Disponible en <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/2079/2281>

GONZÁLEZ, Víctor. Evaluación del comportamiento al cortante de vigas de concreto armado sub-reforzadas transversalmente con reforzamiento externo de Fibras de Carbono por medio de envoltura en U. Tesis. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2015.

GRUPO La República Publicaciones. (31 de Marzo de 2013). Cada año se levantan 50 mil viviendas informales, sin licencia de construcción. La República, pág. 2. Disponible

en <http://larepublica.pe/31-03-2013/cada-ano-se-levantan-50-mil-viviendas-informales-sin-licencia-de-construccion>

GUTIÉRREZ DE LÓPEZ, Libia. El concreto y otros materiales para la construcción. Libro, Colombia. Universidad Nacional de Colombia., 2003. I.S.B.N 958-9322-82-4

GUTIÉRREZ, María y PALOMINO, Katia. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno y acero, y su uso en el control de fisuras por contracción plástica. Tesis. Perú: Universidad Católica de Santa María, 2015.

LAURA, Samuel. Diseño de mezclas de concreto. Resumen. Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2006.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (MTC). Manual de Ensayo de Materiales, 2016.

MONTALVO, Marco. Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales. Tesis. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015.

Municipalidad Provincial de Trujillo. (14 de Diciembre de 2015). Disponible en <http://www.munitrujillo.gob.pe/noticiasmp/categorias/areasverdes/el-60--de-construcciones-en-trujillo-es-informal->

NORMA Técnica Peruana 334.09 (NTP) Cementos. Cementos portland requisitos. Lima, 2005.

NORMA Técnica Peruana 339.033 (NTP) Hormigón. Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Lima, 2009.

NORMA Técnica Peruana 339.034 (NTP) Hormigón. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto. Lima, 1999.

NORMA Técnica Peruana 339.035 (NTP) Hormigón. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland. Lima, 2009.

NORMA Técnica Peruana 339.184 (NTP) Hormigón. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). Lima, 2013.

NORMA Técnica Peruana 339.185 (NTP) Agregados. Método del contenido de humedad total evaporable de agregado por secado. Lima, 2013.

NORMA Técnica Peruana 400.012 (NTP) Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, 2001.

QUINTANA, Cristian y VALENCIA, Plinio. Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% Y 14%. Tesis. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016.

QUIROZ, Mariela y SALAMANCA, Lucas. Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “tecnología del hormigón. Tesis, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón, 2006.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Edificaciones: Estructuras. Perú. 2016.

RIVERA, Gerardo. Concreto simple. 1° Edición. Universidad de Cauca, 2013.

RIVVA, Enrique. Naturaleza y Materiales del Concreto. 2ª. Edición Perú: Capítulo Peruano ACI, 2000.

SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. 5° Ed. Colombia, 2001. ISBN: 9589247040.

SIFUENTES, Joshua. Resistencia a compresión uniaxial de concreto  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> de agregados de cerro con la adición de fibras de polipropileno, UPN - 2016. Tesis. Perú: Universidad Privada del Norte, 2016.

SIKA. Concreto reforzado con fibras brochure. Lima, Edición 1. Agosto 2011. R.U.C. 202543305066.

SIKA. Fiber CHO 65-35-NB, Lima, Edición 6. Julio 2015.

SOTIL, Alfredo y ZEGARRA, Jorge. Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero WIRAND® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero WIRAND® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. Tesis. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1

Ensayos para agregado fino y grueso



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**Tesis:** Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto

**Autor:** Araujo Novoa, Arnaldo Josué

**Ubicación:** Moche – Trujillo – La Libertad

**Asesor:** Ing. Farfán Córdova, Marlon Farfán

**Material:** Arena

**Cantera:** Tripa

**1. Granulometría:** ASTM C-136, ASTM C-33 y N.T.P. 400.012

**Muestra:** Arena. Tripa

**Peso de la muestra:** 500 gr.

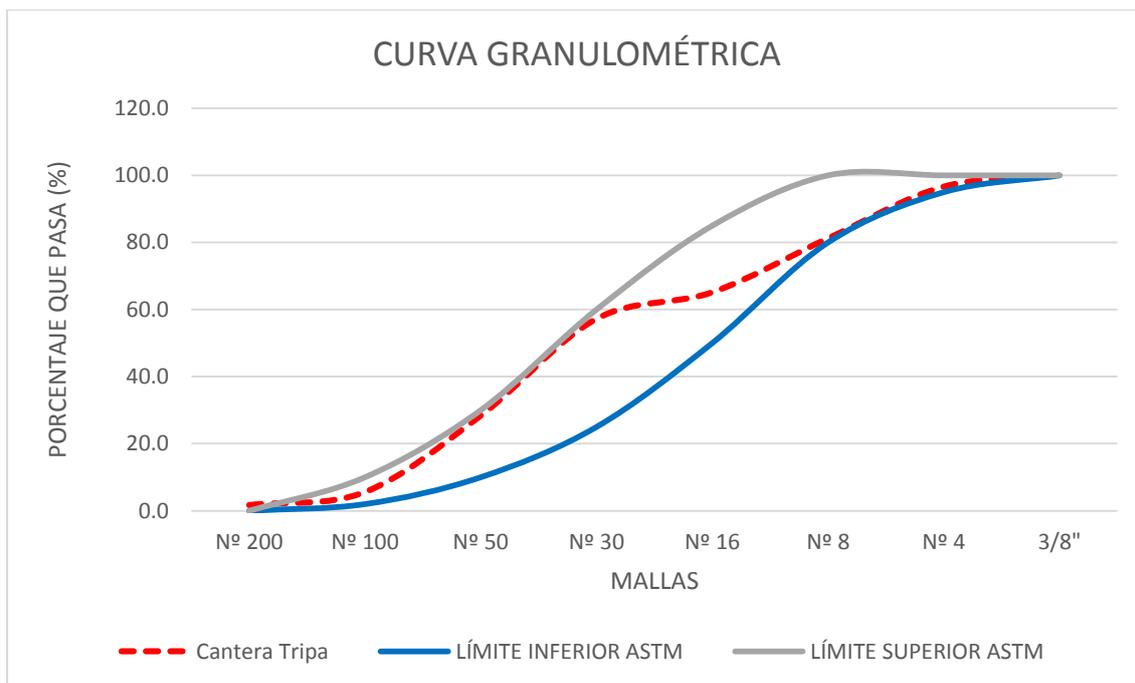
**Módulo de Fineza:** 2.66

Malla	ABERTURA	Peso retenido	% retenido	% retenido acum.	% que pasa	ASTM Sup.	ASTM Inf.
3/8"	9.5	0	0	0	100	100	100
Nº 4	4.75	16.5	3.3	3.3	96.7	100	95
Nº 8	2.36	76.8	15.4	18.7	81.3	100	80
Nº 16	1.18	80.1	16.1	34.8	65.2	85	50
Nº 30	0.6	39.5	7.9	42.8	57.2	60	25
Nº 50	0.3	143.8	28.9	71.6	28.4	30	10
Nº 100	0.15	113.5	22.8	94.4	5.6	10	2
Nº 200	0.075	19.4	3.9	98.3	1.7	0	0
Plato		8.3	1.7	100.0	0.0		
		497.5					

$$MF = \frac{\% \text{ ret. acum. de mallas } N^{\circ}04 + N^{\circ}08 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

$$MF = \frac{3.3 + 18.7 + 34.8 + 42.8 + 71.6 + 94.4}{100}$$

$$MF = 2.66$$



**2. Peso específico y absorción:                    ASTM C 128**

<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS</b>	<b>Ensayo 01</b>	<b>Ensayo 02</b>
<b>A = Peso en el aire de la muestra desecada en gramos</b>	491.2	491.4
<b>B = Peso del Fiola aforado lleno de agua, en gramos.</b>	682.92	682.92
<b>C = Peso total del Fiola aforado con la muestra y lleno de agua, en gramos.</b>	992.5	992.8
<b>S = Peso de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.</b>	500	500
<b>Peso específico de masa</b>	2.58	2.58
<b>Absorción</b>	1.79	1.75
<b>Peso específico de masa PROMEDIO</b>	2.58	
<b>Absorción PROMEDIO</b>	1.77	

**Peso específico de la masa**

$$Pem = \frac{W_0}{(V - Va)} \times 100$$

**Donde:**

Pem = Peso específico de masa

Wo = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g;

V = Volumen del frasco en cm<sup>3</sup>

Va = Peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> de agua añadida al frasco.

**Absorción (Ab)**

$$Ab = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100$$

**3. Contenido de Humedad: N.T.P. 339.185 – 2002**

<b>Código</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
<b>Peso de Tara</b>	141.9	88.1	107.3
<b>P. de Tara + Muestra</b>	642.4	588.1	607.4
<b>Peso Seco + Tara</b>	632.6	578.8	597.7
<b>Peso de la m. humedad</b>	500.5	500	500.1
<b>Peso seco al horno</b>	490.7	490.7	490.4
<b>Peso de Agua</b>	9.8	9.3	9.7
<b>%w</b>	2.00	1.90	1.98
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>1.96</b>		

**4. Peso Unitario: ASTM C-29 N.T.P. 400.017**

	<b>Peso Unitario Suelto ASTM C-29</b>		
<b>Peso del Tarro (gr)</b>	4888	4888	4888
<b>Volumen del Tarro (cm3)</b>	3026	3026	3026
<b>Peso de Muestra + Tarro</b>	9505	9450	9561
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m3)</b>	1525.78	1507.60	1544.28
Peso Unitario Promedio (kg/m3)	<b>1525.89</b>		
	<b>Peso Unitario Compactado ASTM C-29</b>		
<b>Peso del Tarro (gr)</b>	4888	4888	4888
<b>Volumen del Tarro (cm3)</b>	3026	3026	3026
<b>Peso de Muestra + Tarro</b>	10068	10134	10135
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m3)</b>	1711.83	1733.64	1733.97
Peso Unitario Promedio (kg/m3)	<b>1726.48</b>		

$$P_{us} = \frac{(P.m + Tarro) - P.tarro}{V.Tarro} \times 100$$

$$P_{uc} = \frac{(P.m + Tarro) - P.tarro}{V.Tarro} \times 100$$



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Tesis:** Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto

**Autor:** Araujo Novoa, Arnaldo Josué

**Ubicación:** Moche – Trujillo – La Libertad

**Asesor:** Ing. Farfán Córdova, Marlon Farfán

**Material:** Piedra de 1/2"

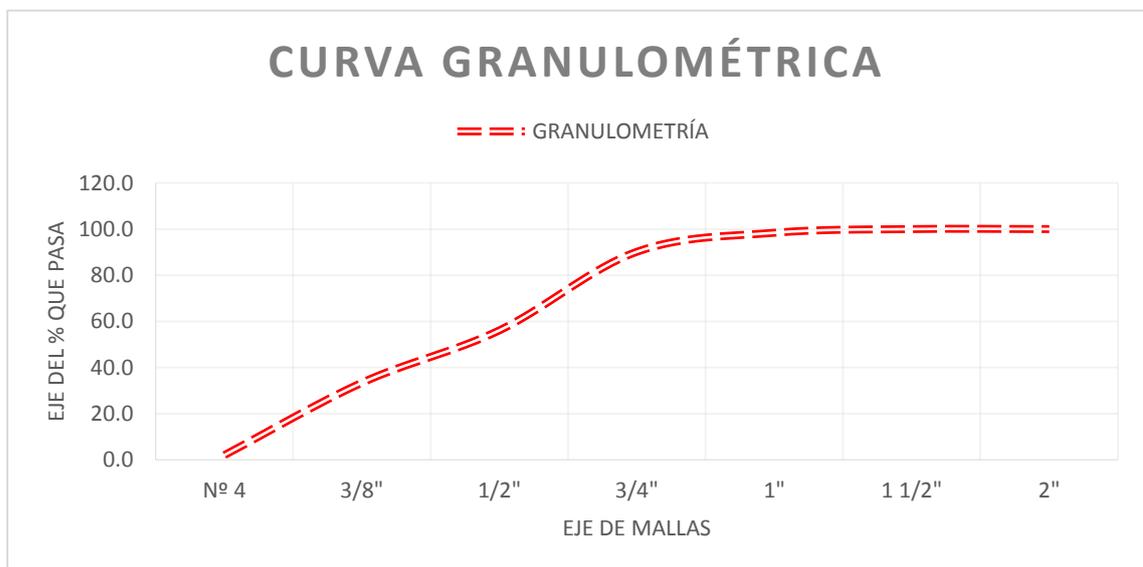
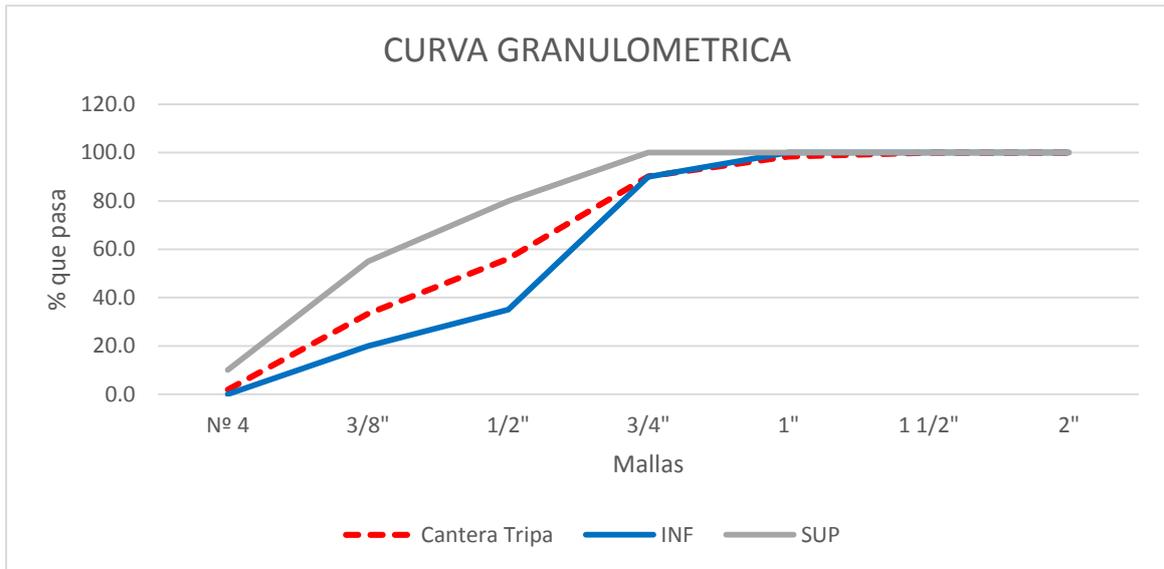
**Cantera:** Tripa

**1. Granulometría: ASTM C-136, ASTM C-33 y N.T.P. 400.012**

**Muestra:** Piedra de 1/2" Tripa

**Peso de la muestra:** 3000 gr.

Malla	ABERTURA	Peso retenido	% retenido	% retenido acum.	% que pasa	ASTM Sup.	ASTM Inf.
2"	50.8	0	0	0	100.0	100	100
1 1/2"	38.1	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.4	48.46	1.6	1.6	98.4	100	100
3/4"	19.05	247.08	8.2	9.9	90.1	100	90
1/2"	12.7	1021.7	34.1	43.9	56.1	80	35
3/8"	9.5	680.5	22.7	66.6	33.4	55	20
Nº 4	4.75	940.5	31.4	98.0	2.0	10	0
Plato		59.5	2.0	100.0	0.0		
		2997.74					



**2. Peso específico y absorción: ASTM C 127**

<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS</b>	<b>Ensayo 01</b>	<b>Ensayo 02</b>
<b>A = Peso en el aire de la muestra seca en gramos</b>	1987.7	1986.8
<b>B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.</b>	2026.5	2032.2
<b>C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos.</b>	1261	1261.6
<b>Peso específico de masa</b>	2.60	2.58
<b>Absorción</b>	1.95	2.29
<b>Peso específico de masa PROMEDIO</b>	2.59	
<b>Absorción PROMEDIO</b>	2.12	

### Peso específico de masa

$$P_{em} = \frac{A}{B - C} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos;

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

### 3. Contenido de humedad: N.T.P. 339.185 – 2002

Código	1°(M1)	2°(M2)	3°(M3)
Peso de Tara	240.4	170.9	163.4
P. de Tara + Muestra	1741	1671.8	1663.9
Peso Seco + Tara	1728.4	1661.6	1659.6
Peso de la m. humedad	1500.6	1500.9	1500.5
Peso seco al horno	1488	1490.7	1496.2
Peso de Agua	12.6	10.2	4.3
%w	0.85	0.68	0.29
Contenido de Humedad	<b>0.61</b>		

### 4. Peso Unitario: ASTM C-29 N.T.P. 400.017

	Peso Unitario Suelto ASTM C-29		
Peso del Tarro (gr)	8583	8583	8583
Volumen del Tarro (cm3)	10314	10314	10314
Peso de Muestra + Tarro	23941	23880	23804
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1489.04	1483.13	1475.76
Peso Unitario Promedio (kg/m3)	<b>1482.64</b>		
	Peso Unitario Compactado ASTM C-29		
Peso del Tarro (gr)	8583	8583	8583
Volumen del Tarro (cm3)	10314	10314	10314
Peso de Muestra + Tarro	24805	24956	24826
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1572.81	1587.45	1574.85
Peso Unitario Promedio (kg/m3)	<b>1578.37</b>		

$$P_{us} = \frac{(P.m + Tarro) - P.tarro}{V.Tarro} \times 100$$

$$P_{uc} = \frac{(P.m + Tarro) - P.tarro}{V.Tarro} \times 100$$

**ANEXO 2**  
Diseño de mezclas



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**Tesis:** Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto

**Autor:** Araujo Novoa, Arnaldo Josué

**Ubicación:** Moche – Trujillo – La Libertad

**Asesor:** Ing. Farfán Córdova, Marlon Farfán

**Cantera:** Tripa

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO**

Método del comité 211 del ACI

**DATOS GENERALES**

Materiales: Arena y piedra de 1/2"

Tipo de cemento: Portland Tipo Ico      Peso Específico: 2.96 gr/cm<sup>3</sup>      42.5 kg/bls

f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup>

Sin aire incorporado

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS		AGREGADOS	
		FINO	GRUESO
1	PESO ESPECÍFICO DE MASA (Gr/cm <sup>3</sup> )	2.58	2.59
2	PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m <sup>3</sup> )	1525.89	1482.64
3	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO - ASTM C-129 (Kg/m <sup>3</sup> )	1726.48	1578.37
4	PORCENTAJE DE ABSORCION - ASTM C-29 (%)	1.77	2.12
5	CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D-2216 (%)	1.96	0.61
6	MODULO DE FINEZA - ASTM C-125	2.66	-
7	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO (Pulg.)	-	1"

## 1. Resistencia Promedio

F'c	F'c + F'cr
Menos de 210	70
210– 350	84
> 350	98

$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$

## 2. Selección del tamaño máximo nominal

TMN= 1"

## 3. Selección de asentamiento

CLASIFICACION DE CONSISTENCIA			
Consistencia	Asentamiento	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0-2"	Poco Trabajable	Vibración normal
Plástica	3-4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida o Húmeda	5 a más	Muy Trabajable	Chuseado

Consistencia: Plástica.

Asentamiento: 3-4"

Trabajabilidad: Trabajable.

Método de Compactación: Vibración ligera chuseado.

## 4. Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua en 1/m <sup>3</sup> , para los tamaños máximos Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
	Concreto sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
	Concreto con aire incorporado							
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	175	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Asentamiento: 3-4" – Plástica

TMN: 1"

Concreto sin aire incorporado

Agua: 193 lt/m<sup>3</sup>

## 5. Contenido de aire atrapado

Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso	Aire Atrapado (%)
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

TMN: 1"

% de aire atrapado: 1.5%

## 6. Relación agua cemento

F'cr 28 días	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

### Interpolamos

250	0.62
294	R a/c
300	0.55
a/c	0.56

R a/c= 0.56

## 7. Contenido del cemento

$$\text{Contenido del cemento} = \frac{\text{Volumen Unitario de agua (lt)}}{\text{Relacion agua cemento}}$$

$$\text{Contenido del cemento} = \frac{193 \text{ lts}}{0.56}$$

$$\text{Contenido del cemento} = 345.63 \text{ kg}$$

## 8. Contenido de agregado grueso

Tamaño Máximo de agregado grueso		Volumen de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
		Módulo de fineza del agregado fino			
mm	pulg	2.4	2.6	2.8	3.0
9.50	3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
12.70	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
19.00	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
25.40	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
75	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

TMN: 1:

Módulo de Fineza: 2.66

### Interpolación

2.6	0.69
2.66	A. G
2.8	0.67
A. G	0.68

A.G= 0.68

$Cant. del A. G = (Volumen del A. G) * [P. unitario seco compactado A. G (kg)]$

$Cant. del A. G = (0.68) * (1578.37)$

$Cant. del A. G = 1080.05 Kg$

## 9. Calculo de volúmenes absolutos

$$Cemento = \frac{Contenido de cemento (Kg)}{Peso específico del cemento \left(\frac{gr}{cm^3}\right) * 1000}$$

<b>Cemento (m3)</b>	0.1168
---------------------	--------

$$Agua = \frac{Volumen Unitario de agua (lt)}{1000}$$

<b>Agua (m3)</b>	0.193
------------------	-------

$$\text{Aire} = \frac{\text{Contenido de aire total}}{100}$$

<b>Aire (m3)</b>	0.015
------------------	-------

$$\text{Agregado grueso} = \frac{\text{Cantidad de agregado grueso (Kg)}}{\text{Peso específico del A. G} \left( \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right) * 1000}$$

<b>Agregado Grueso (m3)</b>	0.417
-----------------------------	-------

### 10. Contenido de agregado fino

$$\text{Volumen de A. F.} = 1\text{m}^3 - \text{Total de volúmenes absolutos}$$

<b>Volumen A. F (m3)</b>	0.2578
--------------------------	--------

$$P. \text{ agregado fino} = \text{Vol. de A. F. (Kg)} * P. \text{ específico del A. F} \left( \frac{\text{Gr}}{\text{Cm}^3} \right) * 1000$$

<b>Peso Agregado Fino (Kg)</b>	665.169
--------------------------------	---------

### 11. Valores de diseño sin corregir

<b>Cemento (Kg)</b>	345.63
<b>Agua (lt)</b>	193.00
<b>Aire (%)</b>	1.5
<b>Agregado Fino (Kg)</b>	665.1690
<b>Agregado Grueso (Kg)</b>	1080.05

### 12. Ajustes por humedad del agregado

$$A. F. \text{ Corregido} = \text{Peso A. F.} * \left( 1 + \frac{\text{Contenido de humedad}}{100} \right)$$

<b>Agregado Fino (Kg)</b>	678.18
---------------------------	--------

$$A.G. \text{ Corregido} = \text{Peso A.G.} * \left( 1 + \frac{\text{Contenido de humedad}}{100} \right)$$

<b>Agregado Grueso (Kg)</b>	1086.60
-----------------------------	---------

### 13. Ajustes por humedad superficial del agregado

$$A.F. \text{ Corregido} = \text{Peso A.F.} * \left( \frac{\text{Contenido de humedad} - \text{Absorción}}{100} \right)$$

<b>Agua del Agregado Fino (lt)</b>	1.237
------------------------------------	-------

$$A.G. \text{ Corregido} = \text{Peso A.G.} * \left( \frac{\text{Contenido de humedad} - \text{Absorción}}{100} \right)$$

<b>Agua del Agregado Grueso (lt)</b>	-16.335
--------------------------------------	---------

$$\text{Agua neta} = (\text{Agua de diseño}) - (\text{Agua del A.F.} - \text{Agua del A.G.})$$

<b>Agua Neta</b>	208.10
------------------	--------

### 14. Valores finales

<b>VALORES DE DISEÑO POR METRO CÚBICO DE MEZCLA (SECO)</b>			
CEMENTO	AGUA	AGREG. FINO	AGREG. GRUESO
345.63	193.00	665.17	1080.05
<b>VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b>			
CEMENTO	AGUA	AGREG. FINO	AGREG. GRUESO
345.63	208.10	678.18	1086.60

## 15. Proporciones de mezcla de diseño

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO				
COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCIÓN EN PESO		PROPORCIÓN EN VOLUMEN	
	SECO	CORREGIDA POR HUMEDAD	SECO	CORREGIDA POR HUMEDAD
CEMENTO	1.00	1.00	1	1
AGREGADO FINO	1.92	1.96	1.89	1.93
AGREGADO GRUESO	3.12	3.14	3.16	3.18
AGUA (En litros/bol.)	23.73	25.59	23.73	25.59

### Observaciones:

- El rendimiento para el cemento es de 8.13 bolsas/m<sup>3</sup>

**ANEXO 03**

Registro de datos a la compresión en probetas cilíndricas

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS UCV</b>								<b>FECHA:</b> <b>10/11/18</b>
	<b>REGISTRO DE DATOS A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS</b>								

Identificación De Probeta	Fecha De Vaciado	Fecha De Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	f'cr(Kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	% variación f'c+ 84 Kg/cm <sup>2</sup>
PSR	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	52284.4	295.87	298.81	101.64
	13/10/2018			15	176.72	53323.2	301.75		
PSR	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	50151.9	283.80	289.19	98.36
	13/10/2018			15	176.72	52056.2	294.58		
PSR	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	55223.2	312.50	293.69	99.90
	13/10/2018			15	176.72	48576.2	274.88		

PCR 10 % F.A. Y 10% F.P.	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	53325.8	301.76	303.37	103.19
	13/10/2018			15	176.72	53895.3	304.98		
PCR 10 % F.A. Y 10% F.P.	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	54980.3	311.12	308.45	104.92
	13/10/2018			15	176.72	54035.7	305.78		
PCR 10 % F.A. Y 10% F.P.	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	54295.1	307.25	306.07	104.10
	13/10/2018			15	176.72	53877.2	304.88		

<b>PCR 15% F.A. Y 15%F.P.</b>	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	54721.1	309.66	311.94	106.10
	13/10/2018			15	176.72	55527.4	314.22		
<b>PCR 15% F.A. Y 15%F.P.</b>	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	54502.2	308.42	312.65	106.34
	13/10/2018			15	176.72	55996.5	316.87		
<b>PCR 15% F.A. Y 15%F.P.</b>	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	54271.3	307.11	310.27	105.53
	13/10/2018			15	176.72	55386.6	313.42		

<b>PCR 20% F.A. Y 20%F.P.</b>	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	57918	327.75	322.98	109.86
	13/10/2018			15	176.72	56234.2	318.22		
<b>PCR 20% F.A. Y 20%F.P.</b>	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	56479.2	319.61	320.85	109.13
	13/10/2018			15	176.72	56918	322.09		
<b>PCR 20% F.A. Y 20%F.P.</b>	13/10/2018	10/11/2018	28	15	176.72	55221.9	312.49	314.99	107.14
	13/10/2018			15	176.72	56103	317.48		

LEYENDA:

PSR: Probeta sin refuerzo

PCR: Probeta con refuerzo

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS UCV</b>							<b>FECHA: 25/10/18</b>
	<b>REGISTRO DE DATOS A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS</b>							

Identificación De Probeta	Fecha De Vaciado	Fecha De Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	f'cr(Kg/cm <sup>2</sup> )	f'cr promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	% variación f'c+ 84 Kg/cm <sup>2</sup>
PSR	11/10/2018	25/10/2018	14	15	176.72	33976.1	192.26	171.83	58.44
	11/10/2018			15	176.72	26753	151.39		
PSR	11/10/2018	25/10/2018	14	15	176.72	27440.3	155.28	167.32	56.91
	11/10/2018			15	176.72	31696.9	179.37		
PSR	11/10/2018	25/10/2018	14	15	176.72	31148.5	176.26	170.54	58.01
	11/10/2018			15	176.72	29124.6	164.81		

PCR 10 % F.A. Y 10% F.P.	11/10/2018	25/10/2018	14	15	176.72	29639	167.72	173.39	58.98
	11/10/2018			15	176.72	31642.6	179.06		
PCR 10 % F.A. Y 10% F.P.	11/10/2018	25/10/2018	14	15	176.72	31443	177.93	174.24	59.26
	11/10/2018			15	176.72	30137.5	170.54		
PCR 10 % F.A. Y 10% F.P.	11/10/2018	25/10/2018	14	15	176.72	31041.6	175.66	174.68	59.41
	11/10/2018			15	176.72	30694.5	173.69		

<b>PCR 15% F.A. Y 15%F.P.</b>	11/10/2018	25/10/2018	14	15	176.72	31527.3	178.41	178.70	60.78
	11/10/2018			15	176.72	31629.8	178.99		
<b>PCR 15% F.A. Y 15%F.P.</b>	11/10/2018	25/10/2018	14	15	176.72	32438.6	183.56	175.94	59.84
	11/10/2018			15	176.72	29745.2	168.32		
<b>PCR 15% F.A. Y 15%F.P.</b>	11/10/2018	25/10/2018	14	15	176.72	31463.2	178.04	174.76	59.44
	11/10/2018			15	176.72	30300.8	171.47		

<b>PCR 20% F.A. Y 20%F.P.</b>	12/10/2018	26/10/2018	14	15	176.72	32274.1	182.63	185.86	63.22
	12/10/2018			15	176.72	33412.5	189.08		
<b>PCR 20% F.A. Y 20%F.P.</b>	12/10/2018	26/10/2018	14	15	176.72	32479.2	183.79	184.43	62.73
	12/10/2018			15	176.72	32702.9	185.06		
<b>PCR 20% F.A. Y 20%F.P.</b>	12/10/2018	26/10/2018	14	15	176.72	31221.9	176.68	179.17	60.94
	12/10/2018			15	176.72	32103	181.67		

LEYENDA:

PSR: Probeta sin refuerzo

PCR: Probeta con refuerzo

## ANEXO 04

### Registros fotográficos

Descripción: Visita a la cantera “TRIPA”, la cual se obtuvieron los agregados para realizar la presente investigación.



Descripción: Se observa como fue el almacenamiento y el traslado de los agregados al laboratorio, la cual se obtuvo alrededor de 0.250 m<sup>3</sup> de agregado grueso y 0.150 m<sup>3</sup> de agregado fino, que fueron obtenidas de la cantera “TRIPA”.



Descripción: Granulometría del agregado grueso, la cual se llevó a cabo en el laboratorio en Moche de la Universidad Cesar Vallejo.



Descripción: Ensayo para determinar el peso unitario seco compactado.



Descripción: Ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso.



Descripción: Tamizado del agregado grueso para el ensayo de peso específico y porcentaje de absorción.



Descripción: Muestra sumergida en la canastilla, para determinar el peso específico del agregado grueso y porcentaje de absorción.



Descripción: Peso específico y absorción del agregado fino, realizándolo en el laboratorio de mecánica de suelos en Moche de la Universidad Cesar Vallejo.



Descripción: Fiola después de haber sido pasada por baño María, para la determinación del peso específico y absorción del agregado fino.



Descripción: Adición de las fibras de acero y polipropileno.



Descripción: Población: Agregado Grueso, Agregado fino, Cemento, Agua y las fibras de acero y polipropileno.



Descripción: Mezcla del concreto, realizado en el laboratorio de Moche de la Universidad Cesar Vallejo.



Descripción: Ensayo del cono de Abrams, para determinar el máximo asentamiento del concreto



Descripción: Obtención del asentamiento de 3.7 pulgadas.



Descripción: Temperatura del concreto en estado fresco.



Descripción: Elaboración de probetas cilíndricas en el laboratorio en Moche



Descripción: Probetas cilíndricas.



Descripción: Desencofrado de probetas cilíndricas.



Descripción: Curado de probeta por la edad de 14 y 28 días.



Descripción: Probetas después de haber pasado la etapa de curado.



Descripción: Obtención de datos de la ruptura de probetas a las edades de 14 y 28 días.



Descripción: Ruptura de probetas sin la adición de fibras de acero y polipropileno.



Descripción: Ruptura de probetas con la adición de fibras de acero y polipropileno.



## ANEXO 5

### Matriz de Consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DE PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN DE ESTUDIÓ	MUESTRA	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo-2018	¿Cuál es la influencia de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo - 2018?	Evaluar la influencia de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo-2018.	<p>Realizar el análisis de agregados para obtener las propiedades físicas de los materiales de acuerdo a las normas vigentes para realizar el diseño de mezclas.</p> <p>Determinar la dosificación adecuada para las fibras de acero y polipropileno para un concreto de <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math>.</p> <p>Determinar la resistencia máxima alcanzada a la compresión del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno.</p> <p>Comparar la resistencia a la compresión de un concreto convencional y un concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno.</p>	Con la adición de las fibras de acero y polipropileno en la mezcla del concreto, este mejorará drásticamente la resistencia a la compresión del concreto. Proporcionará un aumento significativo en su resistencia para un $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ .	<p>El diseño de la investigación es experimental pura con post prueba únicamente y grupo control.</p> <p>RG1X1O1 RG2X2O2 RG3X3O3 RG4-O4</p>	Investigacion Explicativa(Causa-Efecto)	Mezcla de concreto formado por: Cemento, agregado grueso, agregado fino, agua, fibras de acero y fibras de polipropileno.	La muestra será seleccionada de acuerdo con la Norma Técnica Peruana 339.034 (2008) que comprende a 48 especímenes distribuidos en cada grupo control y experimental de acuerdo a los días de curado. Para cada grupo experimental se realizarán 3 ensayos los cuales resultarán del promedio de 2 especímenes. Un resultado de ensayo de resistencias es el promedio de 2 cilindros ensayados a una misma edad.	Fichas de registro

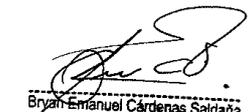
**ANEXO 6**  
Validación de resultados obtenidos

**DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND**

PROYECTO: FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, TRUJILLO-2018	CODIGO: 001
UBICACIÓN: MOCHE-TRUJILLO-LA LIBERTAD	HECHO POR: ARAUJO NOVOA ARNALDO JOSUE
SOLICITADO: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	

MÉTODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211	TIPO DE CONSTRUCCION: VIGAS, COLUMNAS Y CIMENTACIONES
RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$	ASENTAMIENTO: 3"-4"
CEMENTO PORTLAND TIPO: Ico ASTM C-150 (Pacasmayo)	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC): 2.96

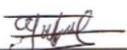
CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS		AGREGADOS		
		FINO	GRUESO	
1	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA) Kg/m3	2.58		2.59
	PESO UNITARIO SUELTO Kg/m3	1525.89		1482.64
2	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO - ASTM C-129 Kg/m3	1726.48		1578.37
3	PORCENTAJE DE ABSORCION - ASTM C-29 %	1.77		2.12
4	CONTENIDO DE HUMEDAD-ASTM D-2216 %	1.96		0.61
5	MODULO DE FINEZA-ASTM C-125	2.66		
6	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO Pulg			1"
CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA		FORMULAS	VALORES	
A	ASENTAMIENTO-REVENIENDO (SLUMP) Pulg	A		3"-4"
B	VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA Lts/m3	B		193.00
C	PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO %	C		1.5
D	RELACION AGUA - CEMENTO	D		0.56
E	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M3 m3	E		0.684
H	PESO DEL CEMENTO Kg/m	H	B/D	345.63
I	PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO Kg/m3	I	2G*E	1080.05
J	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO m3	J	H/(PC*1000)	0.12
K	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA m3	K	B/1000	0.193
L	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE m3	L	C/100	0.015
M	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO m3	M	I/(1G*1000)	0.42
N	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO m3	N	1-(J+K+L+M)	0.26
O	PESO SECO DEL AGREGADO FINO Kg.	O	N*(1F*1000)	665.17
P	PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO Kg.	P	O*(1+(4F/100))	678.18
Q	PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO Kg.	Q	I*(1+(4G/100))	1086.60
R	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO %	R	4F-3F	0.19
S	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO %	S	4G-3G	-1.51
T	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO Lt.	T	O*(R/100)	1.24
U	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO Lt.	U	I*(S/100)	-16.33
V	APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS Lt.	V	T+U	-15.10
W	AGUA EFECTIVA Lt	W	B-V	208.10
VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO)				
CEMENTO	AGUA	AGREG. FINO	AGREG. GRUESO	
345.63	193.00	665.17	1080.05	
VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS				
CEMENTO	AGUA	AGREG. FINO	AGREG. GRUESO	
345.63	208.10	678.18	1086.60	

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

### DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO				
COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCION EN PESO		PROPORCION EN VOLUMEN	
	SECO	CORREGIDA POR HUMEDAD	SECO	CORREGIDA POR HUMEDAD
CEMENTO	1.00	1.00	1	1
AGREGADO FINO	1.92	1.96	1.89	1.93
AGREGADO GRUESO	3.12	3.14	3.16	3.18
AGUA (En litros/bol.)	23.73	25.59	23.73	25.59

OBSERVACIONES: El nuevo rendimiento teorico es: 8.13 bolsas/m3

  
 ARAUJO NOVOA, ARNALDO JOSUE

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldafia  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074  
 ING. RESPONSABLE



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

## CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, TRUJILLO - 2018  
 SOLICITANTE : ARAUJO NOVOA, ARNALDO JOSUÉ  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE  
 RESPONSABLE LAB. : ING. JOSE ALINDOR BOYD LLANOS  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2018

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia Obtenida	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	74904.39	33976.10	176.72	192.26	91.65
02	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	68980.20	26753.00	176.72	151.39	72.09
03	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	60495.43	27440.30	176.72	155.28	73.94
04	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	69879.62	31696.90	176.72	179.37	85.41
05	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	68670.61	31148.50	176.72	176.26	83.94
06	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	64208.68	29124.60	176.72	164.81	78.48
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

### CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, TRUJILLO - 2018  
 SOLICITANTE : ARALUC NOVOA, ARNALDO JOSUE  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 TESTIGOS : 08 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE  
 RESPONSABLE LAB. : ING. JOSE ALINDOR BOYO LIANOS  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2018

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia Obtenida	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	65342.73	29638.30	176.72	167.72	79.87
02	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	69755.91	31642.60	176.72	179.06	85.27
03	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	89319.87	31443.00	176.72	177.98	84.73
04	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/13/2018	25/13/2018	14	86447.74	30137.50	176.72	170.54	81.21
05	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	68464.93	31041.50	176.72	175.65	83.65
06	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	67868.71	30894.50	173.72	173.69	82.71
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

EDAD EN DÍAS	VALORES	
	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7900.  
 Fax: (044) 485 019.

Ing. José Alindor Boyo Llanos  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #salradelante



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

## CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, TRUJILLO - 2018

SOLICITANTE : ARAUJO NOVOA, ARNALDO JOSUE

UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 03 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. JOSE ALINDOR BOYD LLANOS

FECHA : OCTUBRE DEL 2018

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia Obtenida	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/09/2018	25/10/2018	14	66636.72	31527.30	176.72	178.41	84.96
02	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	69791.69	31829.80	176.72	178.39	85.23
03	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	71514.75	32438.60	176.72	163.58	67.41
04	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	66678.86	29745.20	176.72	162.32	80.16
05	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/13/2018	25/11/2018	14	68964.40	31483.20	176.72	178.04	84.78
06	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	66801.75	30330.60	176.72	171.47	81.65
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

CAMPUS TRUJILLO  
Av. Larco 1770.  
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. José Alindor Boyd Llanos  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradefrente  
ucv.edu.pe



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

## CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, TRUJILLO - 2018  
 SOLICITANTE : ARAUJO KOVOA, ARNALDO JOSÉ  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE  
 RESPONSABLE LAB. : ING. JOSÉ ALDOR BOYD LLANOS  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2018

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia Obtenida	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/13/2018	25/13/2018	14	71152.13	32274.10	176.72	182.33	96.97
02	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	23/10/2018	14	73861.87	33412.50	176.72	189.03	90.04
03	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	71604.29	32479.20	176.72	183.79	87.52
04	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	72037.47	32702.60	176.72	185.06	88.12
05	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/13/2018	25/13/2018	14	68532.43	31221.90	176.72	178.68	84.13
06	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	210	11/10/2018	25/10/2018	14	70774.92	32105.00	176.72	181.67	86.51
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS		EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE								

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. José Aldor Boyd Llanos  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 UCV



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

## CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, TRUJILLO - 2018  
 SOLICITANTE : ARAUJO NOVoa, ARNALDO JOSÉ  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE  
 RESPONSABLE LAB. : ING. JOSÉ ALDOR BOYA LLANOS  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2018

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia Obtenida	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	13/10/2018	10/11/2018	28	115237.23	52284.40	176.72	295.97	100.94
02	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	13/10/2018	10/11/2018	28	117657.29	53323.20	176.72	301.75	102.63
03	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	13/10/2018	10/11/2018	28	113565.88	50151.20	176.72	283.80	95.53
04	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	13/10/2018	10/11/2018	28	114764.14	52068.23	176.72	284.58	103.20
05	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	13/10/2018	10/11/2018	28	121746.17	55223.20	176.72	312.50	106.29
06	0.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	13/10/2018	10/11/2018	28	137092.03	40576.26	176.72	274.99	93.50
OBSERVACIONES Y SUBERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	80	85
28	100	115

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. José Aldor Boya Llanos  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CERTIFICADO DE ROTURA  
ASTM C39

OBRA : FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, TRUJILLO - 2018  
 SOLICITANTE : ARAJJO NOVCA, ARNALDO JOSUÉ  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE  
 RESPONSABLE LAB. : ING. JOSÉ ALDINO BORDO LLANOS  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2018

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Nº de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia Obtenida	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	117563.13	53325.80	176.72	301.76	102.64
02	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	118819.66	53895.30	176.72	304.68	103.74
03	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	121210.67	54880.30	176.72	311.12	105.82
04	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	119261.8	54035.70	176.72	305.76	104.01
05	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	118700.38	54265.10	176.72	307.25	104.51
06	10.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	118778.75	53377.20	176.72	304.68	103.70
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. José Aldino Bordo Llanos  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv\_peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucveducpe



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

### CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, TRUJILLO - 2018  
 SOLICITANTE : ARAUCO NOVOA, ARNALDO JOSUÉ  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE  
 RESPONSABLE LAB. : ING. JOSÉ ALDOR BOYD LLANOS  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2018

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia Obtenida	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/13/2018	12/11/2018	26	120639.23	54721.10	176.72	309.66	105.33
02	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	122416.82	55527.40	176.72	314.22	105.83
03	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	120166.64	54532.20	176.72	303.42	104.90
04	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	123161.00	55998.83	176.72	316.97	107.78
05	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/13/2018	10/11/2018	26	119647.69	54271.30	176.72	307.11	104.46
06	15.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	122106.41	55386.30	176.72	313.42	106.61
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 300. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

*Ing. José Aldor Boyd Llanos*  
 Jefe. de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 UCV César Vallejo



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

## CERTIFICADO DE ROTURA ASTM C39

OBRA : FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, TRUJILLO - 2018  
 SOLICITANTE : ARAUJO NOVOA, ARNALDO JOSUE  
 UBICACION : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 TESTIGOS : 08 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE  
 RESPONSABLE LAB. : ING. JOSE ALINDOR BOYD LLANOS  
 FECHA : OCTUBRE DEL 2018

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm <sup>2</sup>	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm <sup>2</sup>	Resistencia Obtenida	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	127687.18	57913.00	176.72	327.75	111.48
02	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	129975.04	58234.20	176.72	318.22	108.24
03	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	124615.17	56479.20	176.72	318.61	108.71
04	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	125482.58	56918.00	176.72	322.09	109.56
05	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	121743.31	55221.90	176.72	312.49	106.29
06	20.00% de Fibra de Acero y Polipropileno	294	11/10/2018	10/11/2018	28	123885.80	56103.00	176.72	317.48	107.93
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

CAMPUS TRUJILLO  
 Av. Larco 1770.  
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.  
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. José Alindor Boyd Llanos  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #salizadefrente  
 UCV César Vallejo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**Tesis:** Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto

**Autor:** Araujo Novoa, Arnaldo Josué

**Ubicación:** Moche – Trujillo – La Libertad

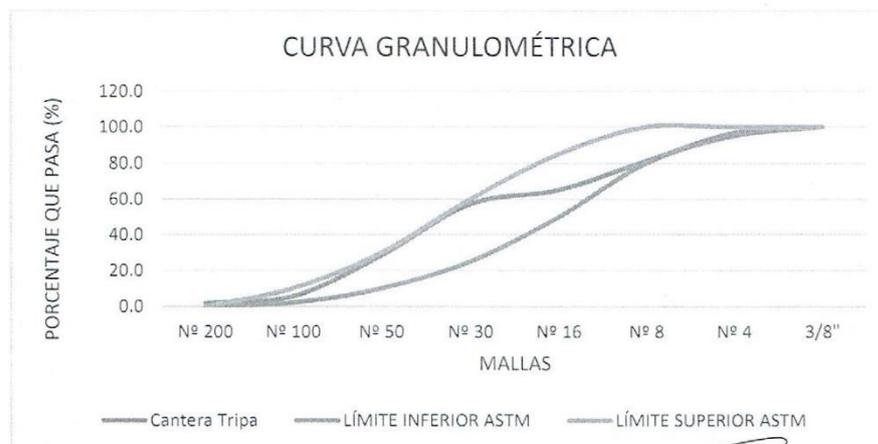
**Asesor:** Ing. Farfán Córdova, Marlon Farfán

**Material:** Arena

**Cantera:** Tripa

- **Granulometría:** ASTM C-33 y N.T.P. 400.012

Malla	ABERTURA	Peso retenido	% retenido	% retenido acum.	% que pasa	ASTM Sup.	ASTM Inf.
3/8"	9.5	0	0	0	100	100	100
Nº 4	4.75	16.5	3.3	3.3	96.7	100	95
Nº 8	2.36	76.8	15.4	18.7	81.3	100	80
Nº 16	1.18	80.1	16.1	34.8	65.2	85	50
Nº 30	0.6	39.5	7.9	42.8	57.2	60	25
Nº 50	0.3	143.8	28.9	71.6	28.4	30	10
Nº 100	0.15	113.5	22.8	94.4	5.6	10	2
Nº 200	0.075	19.4	3.9	98.3	1.7	0	0
Plato		8.3	1.7	100.0	0.0		
		497.5					



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

Peso específico y absorción: ASTM C 128

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS	Ensayo 01	Ensayo 02
A = Peso en el aire de la muestra desecada en gramos	491.2	491.4
B = Peso del Fiola aforado lleno de agua, en gramos.	682.92	682.92
C = Peso total del Fiola aforado con la muestra y lleno de agua, en gramos.	992.5	992.8
S = Peso de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.	500	500
Peso específico de masa	2.58	2.58
Absorción	1.79	1.75
Peso específico de masa PROMEDIO	2.58	
Absorción PROMEDIO	1.77	

- Contenido de Humedad: N.T.P. 339.185 – 2002

Código	A1	A2	A3
Peso de Tara	141.9	88.1	107.3
P. de Tara + Muestra	642.4	588.1	607.4
Peso Seco + Tara	632.6	578.8	597.7
Peso de la m. humedad	500.5	500	500.1
Peso seco al horno	490.7	490.7	490.4
Peso de Agua	9.8	9.3	9.7
%w	2.00	1.90	1.98
Contenido de Humedad	1.96		

- Peso Unitario: ASTM C-29 N.T.P. 400.017

	Peso Unitario Suelto ASTM C-29		
Peso del Tarro (gr)	4888	4888	4888
Volumen del Tarro (cm3)	3026	3026	3026
Peso de Muestra + Tarro	9505	9450	9561
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1525.78	1507.60	1544.28
Peso Unitario Promedio (kg/m3)	1525.89		
	Peso Unitario Compactado ASTM C-29		
Peso del Tarro (gr)	4888	4888	4888
Volumen del Tarro (cm3)	3026	3026	3026
Peso de Muestra + Tarro	10068	10134	10135
Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1711.83	1733.64	1733.97
Peso Unitario Promedio (kg/m3)	1726.48		

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**Tesis:** Fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto

**Autor:** Araujo Novoa, Arnaldo Josué

**Ubicación:** Moche – Trujillo – La Libertad

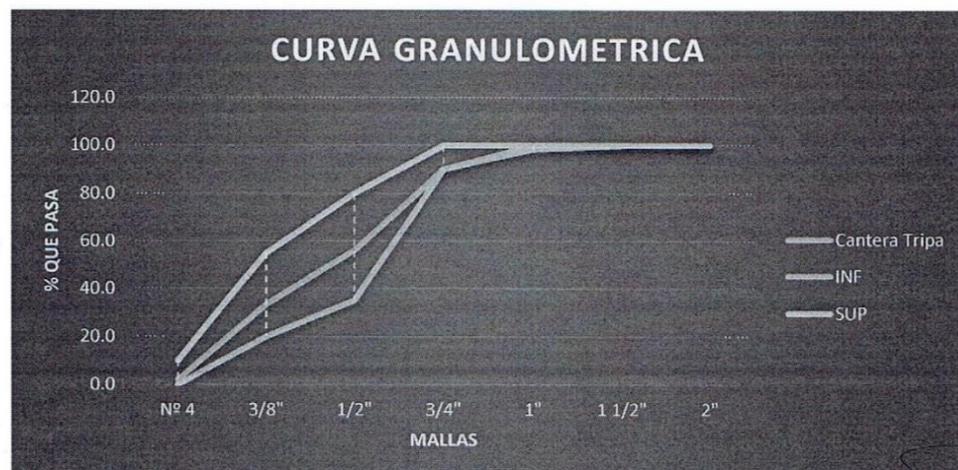
**Asesor:** Ing. Farfán Córdova, Marlon Farfán

**Material:** Piedra de 1/2"

**Cantera:** Tripa

**Granulometría:** ASTM C-33 y N.T.P. 400.012

Malla	ABERTURA	Peso retenido	% retenido	% retenido acum.	% que pasa	ASTM Sup.	ASTM Inf.
2"	50.8	0	0	0	100.0	100	100
1 1/2"	38.1	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.4	48.46	1.6	1.6	98.4	100	100
3/4"	19.05	247.08	8.2	9.9	90.1	100	90
1/2"	12.7	1021.7	34.1	43.9	56.1	80	35
3/8"	9.5	680.5	22.7	66.6	33.4	55	20
Nº 4	4.75	940.5	31.4	98.0	2.0	10	0
Plato		59.5	2.0	100.0	0.0		
		2997.74					



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

- **Peso específico y absorción:** ASTM C 127

<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS</b>	<b>Ensayo 01</b>	<b>Ensayo 02</b>
A = Peso en el aire de la muestra seca en gramos	1987.7	1986.8
B = Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.	2026.5	2032.2
C = Peso sumergido en agua de la muestra saturada, en gramos.	1261	1261.6
<b>Peso específico de masa</b>	2.60	2.58
<b>Absorción</b>	1.95	2.29
<b>Peso específico de masa PROMEDIO</b>		2.59
<b>Absorción PROMEDIO</b>		2.12

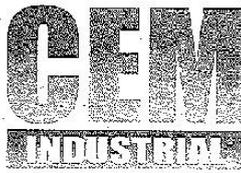
- **Contenido de humedad:** N.T.P. 339.185 – 2002

<b>Código</b>	<b>1°(M1)</b>	<b>2°(M2)</b>	<b>3°(M3)</b>
Peso de Tara	240.4	170.9	163.4
P. de Tara + Muestra	1741	1671.8	1663.9
Peso Seco + Tara	1728.4	1661.6	1659.6
Peso de la m. humedad	1500.6	1500.9	1500.5
Peso seco al horno	1488	1490.7	1496.2
Peso de Agua	12.6	10.2	4.3
%w	0.85	0.68	0.29
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>0.61</b>		

- **Peso Unitario:** ASTM C-29 N.T.P. 400.017

	<b>Peso Unitario Suelto ASTM C-29</b>		
<b>Peso del Tarro (gr)</b>	8583	8583	8583
<b>Volumen del Tarro (cm3)</b>	10314	10314	10314
<b>Peso de Muestra + Tarro</b>	23941	23880	23804
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m3)</b>	1489.04	1483.13	1475.76
<b>Peso Unitario Promedio (kg/m3)</b>	<b>1482.64</b>		
	<b>Peso Unitario Compactado ASTM C-29</b>		
<b>Peso del Tarro (gr)</b>	8583	8583	8583
<b>Volumen del Tarro (cm3)</b>	10314	10314	10314
<b>Peso de Muestra + Tarro</b>	24805	24956	24826
<b>Peso Unitario Suelto (kg/m3)</b>	1572.81	1587.45	1574.85
<b>Peso Unitario Promedio (kg/m3)</b>	<b>1578.37</b>		

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 M. de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-063-2016

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 16110  
 Solicitante UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C  
 Dirección AV. VICTOR LARCO N° 1770 URB. LAS FLORES LA LIBERTAD - TRUJILLO

Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
 Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Equipo Calibrado PRENSA DE CONCRETO (DIGITAL)

Alcance de Indicación 100000 Kgf  
 Marca (o Fabricante) SAFIR  
 Modelo MCC  
 Número de Serie NO INDICA  
 Identificación D-0139-47  
 Procedencia NO INDICA  
 Indicador de Lectura DIGITAL  
 Marca (o Fabricante) SAFIR  
 Modelo MCC  
 Número de Serie NO INDICA  
 Identificación NO INDICA  
 Procedencia NO INDICA  
 Alcance de Indicación 0 Kgf A 100000 Kgf  
 Resolución 0,1 Kgf  
 Transductor de Fuerza TRANSDUCTOR  
 Alcance de Indicación 100000 Kgf  
 Marca (o Fabricante) NO INDICA  
 Modelo NO INDICA  
 Número de Serie NO INDICA

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Fecha de Calibración 2016-06-03  
 Ubic. Del Equipo LABORATORIO DE SUELOS E HIDRÁULICA E-108

Lugar de Calibración AV. VICTOR LARCO N° 1770 URB. LAS FLORES LA LIBERTAD - TRUJILLO

Sello



Fecha de emisión

2016-06-06

Jefe del laboratorio de calibración

GEM INDUSTRIAL

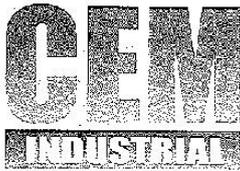
JESÚS QUINTO C.  
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial

Coop. César Vallejo Miz. V Lt. 01 S.M.R - Lima - Lima

Tel.: 9717348 • RPM: #958009777 • CEL: 958009776

ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-063-2016

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

### Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

### Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF-LE-176-15

### Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	10000	9544,0	9544,0	9544,0	9544,0	4,8	0,0	0,24
20	20000	19680,0	19681,0	19681,0	19680,7	1,6	0,0	0,24
30	30000	29929,0	29929,0	29929,0	29929,0	0,2	0,0	0,24
40	40000	39932,0	39932,0	39932,0	39932,0	0,2	0,0	0,24
50	50000	49966,0	49966,0	49966,0	49966,0	0,1	0,0	0,24
60	60000	60030,0	60031,0	60031,0	60030,7	-0,1	0,0	0,24
70	70000	70054,0	70055,0	70055,0	70054,7	-0,1	0,0	0,24
80	80000	80017,0	80017,0	80017,0	80017,0	0,0	0,0	0,24
90	90000	89980,0	89980,0	89980,0	89980,0	0,0	0,0	0,24
100	100000	99891,0	99892,0	99892,0	99891,7	0,1	0,0	0,24
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 21,1 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

### Evaluación de los resultados

De los resultados obtenidos durante la calibración se ha obtenido la siguiente ecuación cuadrática:

$$Y = A * X^2 + B * X + C$$

Donde:

Y = Indicación del equipo en kgf.

X = Lectura directa del Equipo en kgf.

Los coeficientes obtenidos son:

**A= -0,0000001**

**B= 1,0201840**

**C= 630,4444444**

### Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento



Centro Especializado en Metrología Industrial

Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.R - Lima - Lima

• Telf.: 8717346 • RPM: #958009777 • CEL: 958009776

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

**ANEXO 07**  
Fichas técnicas de los materiales empleados



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04  
Versión 03

**CEMENTO EXTRAFORTE**  
**Cemento Portland Compuesto Tipo ICo**  
Conforme a la NTP 334.090  
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.4	Máximo 4.0

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.090
Contenido de Aire	%	5	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.06	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm2/g	5440	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	3.6	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.96	NO ESPECIFICA

**Resistencia Compresión :**

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm2)	20.2 (206)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm2)	25.9 (264)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (Kg/cm2)	32.9 (335)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)

**Tiempo de Fraguado Vicat :**

Fraguado Inicial	min	124	Mínimo 45
Fraguado Final	min	254	Máximo 420

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.  
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

**Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas**  
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.



# HOJA TÉCNICA

## Sika® Fiber CHO 65/35 NB

Fibra de acero pegadas para refuerzo del concreto normal y concreto proyectado

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto tradicional y concreto proyectado (shotcrete) especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Sika® Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero de alta relación longitud / diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

### USOS

Sika® Fiber CHO 65/35 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones y especialmente concreto proyectado (shotcrete) reduciendo tiempo y costos asociados al tradicional reforzamiento con mallas de acero; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.

En concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (trafico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- Reducción de la fisuración por retracción.
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 65 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

## DATOS BÁSICOS

<b>FORMA</b>	<b>COLORES</b> Negro <b>ASPECTO:</b> Fibras de Acero pegadas <b>PRESENTACIÓN</b> Sacos de papel x 20 kg.
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b> Los sacos de Sika® Fiber CHO 65/35 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>LONGITUD</b> 35 mm con extremos conformados. <b>DIÁMETRO DE LA FILA</b> 0.54 mm <b>RELACIÓN LONGITUD/ DIÁMETRO</b> 65 <b>RESISTENCIA A TRACCIÓN</b> 1350 MPa +/- 7.5% <b>ELONGACIÓN DE ROTURA</b> 4% máx. <b>NORMAS</b> Sika® Fiber CHO 65/35 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.

## INFORMACIÓN DEL SISTEMA

<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b> Normalmente entre 20 y 50 kg. de Sika® Fiber CHO 65/35 NB por m <sup>3</sup> de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.
<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<b>METODO DE LA APLICACION</b> Sika® Fiber CHO 65/35 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso: <ul style="list-style-type: none"><li>▪ En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.</li><li>▪ En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.</li><li>▪ En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg. de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme.</li></ul>

- 
- En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

#### **OBSERVACIONES TÉCNICAS**

No agregue Sika® Fiber CHO 65/35 NB al mezclador antes de los áridos. Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.

---

## **INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD**

### **PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION**

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

---

### **OBSERVACIONES**

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

---

### **NOTAS LEGALES**

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 5**

**la misma que deberá ser destruida”**

---

---

**PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® Fiber CHO 65/35 NB :**

**1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS**



**2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL**



**Sika Perú S.A.**  
Concrete  
Centro industrial "Las Praderas  
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,  
Lurín  
Lima  
Perú  
[www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

Hoja Técnica  
Sika® Fiber CHO 65/35 NB  
17.07.15, Edición 6

**Versión elaborada por: Sika Perú S.A.**  
JO, Departamento Técnico  
Telf: 618-6060  
Fax: 618-6070  
Mail: [informacion@pe.sika.com](mailto:informacion@pe.sika.com)



© 2014 Sika Perú S.A.

# HOJA TÉCNICA

## SikaFiber® PE

Fibra sintética para el refuerzo de concreto

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFiber® PE, es un refuerzo de fibra sintética de alta tenacidad que evita el agrietamiento de concretos y morteros.

SikaFiber® PE está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados.

Durante la mezcla SikaFiber® PE se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.

#### USOS

- Losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc)
- Mortero y concreto proyectado (Shotcrete).
- Paneles de fachada.
- Elementos prefabricados.
- Revestimientos de canales.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

La adición de SikaFiber® PE sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto, aportando las siguientes ventajas:

- Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.
- Aumento importante del índice de tenacidad del concreto.
- Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad.
- En mayor cuantía, mejora la resistencia a la tracción y a la compresión.
- La acción del SikaFiber® PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

### DATOS BÁSICOS

#### FORMA

#### ASPECTO

Fibra

#### COLOR

Crema claro

#### PRESENTACIÓN

Bolsa de 600 g

---

**ALMACENAMIENTO****CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL**

Un año en un lugar seco y bajo techo, en envases bien cerrados.

---

**DATOS TÉCNICOS****DENSIDAD REAL APROX.**

1.17 kg/L

**ABSORCIÓN DE AGUA**

< 2%

**MÓDULO DE ELASTICIDAD**

15,000 kg/cm<sup>2</sup>

**ALARGAMIENTO DE ROTURA**

26%

**RESISTENCIA A TRACCIÓN**

468 kg/cm<sup>2</sup>

**RESISTENCIA QUÍMICA**

Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacterias.

**DURABILIDAD**

Indefinida

**TRANSICIÓN VÍTREA**

310 °C

**LONGITUD**

20 mm

**NORMA**

A los concretos a los que se agregado SikaFiber® PE cumplen con los requerimientos de la norma ASTM C 1116

**PRECAUCIONES**

SikaFiber® PE no sustituye a las armaduras principales y secundarias resultantes del cálculo.

La adición de SikaFiber® PE no evita las grietas derivadas de un mal dimensionamiento y aunque ayuda a controlarlo, no evita las grietas producto de un deficiente curado.

La adición de SikaFiber® PE es compatible con cualquier otro aditivo de Sika.

---

**INFORMACIÓN DEL SISTEMA**

---

**MÉTODO DE APLICACIÓN****MODO DE EMPLEO**

Se agrega, en planta o a pie de obra, directamente a la mezcla de concreto o mortero. Una vez añadido el SikaFiber® PE, basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos. No disolver en el agua de amasado.

**DOSIFICACIÓN**

El SikaFiber® PE se empleará para todo tipo de concretos:

- Hasta  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ , utilizar 600 g de SikaFiber® PE por  $\text{m}^3$  de concreto.
- Para concretos de alta resistencia, mayores a  $f'c = 300 \text{ kg/m}^2$ , utilizar 1 kg de SikaFiber® PE por  $\text{m}^3$  de concreto.
- Para mezclas de shotcrete, utilizar de 2 a 8 kg de SikaFiber® PE por  $\text{m}^3$  de concreto.



---

## INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

---

### PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACIÓN

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

---

### OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

---

### NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 2  
la misma que deberá ser destruida”**

---



**PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE SikaFiber® PE :**

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



**Sika Perú S.A.C.**  
Concrete  
Centro industrial "Las Praderas  
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,  
Lurín  
Lima  
Perú  
[www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

Hoja Técnica  
SikaFiber® PE  
08.06.16, Edición 3

**Versión elaborada por: Sika Perú S.A.**  
LR, Departamento Técnico  
Telf: 618-6060  
Fax: 618-6070  
Mail: [informacion@pe.sika.com](mailto:informacion@pe.sika.com)



© 2014 Sika Perú S.A., C.