



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando
fibras de acero y microsílíce, Lima 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Accilio Alvarado, Yim Miler (ORCID:0000-0002-1970-9939)

Chancas Quispe, Teodomiro (ORCID:0000-0001-5573-5248)

ASESOR:

Mg. Ing. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID:0000-0002-4926-8556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA-PERÚ
2020

Dedicatoria:

Se lo dedicamos a Dios y a toda nuestra familia especialmente a nuestros padres. Elestina Alvarado Campos, Wilfredo Accilio Tuco y Leonidas Quispe Quispe.

Agradecimiento:

Agradecemos a todos nuestros familiares especialmente a nuestros padres. Elestina Alvarado Campos, Wilfredo Accilio Tucto y Leonidas Quispe Quispe. por el apoyo que nos brindó día a día para lograr nuestro meta planteado y agradecer Mg. Ing. Villegas Martínez, Carlos Alberto. Por brindarnos su conocimiento día a día en nuestra formación profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	5
III.	METODOLOGÍA.....	17
3.1	Diseño de investigación	17
3.2	Variables, operacionalización.....	18
3.3	Población y muestra.....	19
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad 19	
3.5	Procedimientos.....	20
3.6	Método de análisis de datos.....	21
3.7	Aspectos Éticos.....	22
IV.	RESULTADOS	24
V.	DISCUSIÓN	90
VI.	CONCLUSIONES.....	92
VII.	RECOMENDACIONES	93
	REFERENCIAS	94
	Anexos	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Cono de Abrams	11
Figura 2.	Procedimiento de la medida del Slump	11
Figura 3.	Esquema de la prueba radial	14
Figura 4.	Fibras de acero Sikafiber CHO 65/35 NB	15
Figura 5.	Microsílice Sikafume	16
Figura 6.	Agregado fino.	24
Figura 7.	Curva granulométrica del agregado fino	25
Figura 8.	Agregado grueso	26
Figura 9.	Curva granulométrica del agregado grueso	27
Figura 10.	Peso unitario suelto y compactado de agregado fino	29
Figura 11.	Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso	31
Figura 12.	Conito de arena, y fiola con la muestra	33
Figura 13.	Secando la muestra y pesando la muestra en agua.....	34
Figura 14.	Mezcladora para el concreto.....	40
Figura 15.	Probetas cilíndricas marcadas.....	40
Figura 16.	Slump obtenidos de los grupos GP, G1, G2, y G3	41
Figura 17.	Medida del slump.....	42
Figura 18.	Resistencia a compresión a los 7 días.	44
Figura 19.	Resistencia a compresión a los 7 días en porcentajes.	45
Figura 20.	Resistencia a compresión a los 14 días.	46
Figura 21.	Resistencia a compresión a los 14 días en porcentajes.	47
Figura 22.	Resistencia a compresión a los 7 días.	49
Figura 23.	Resistencia a compresión a los 28 días en porcentajes.	50
Figura 24.	Curvas de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos	51

Figura 25.	Columnas de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos	52
Figura 26.	Curva de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días del grupo Patrón (GP)	53
Figura 27.	Curva de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días del grupo 1 (G1).	54
Figura 28.	Curva de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días del grupo 2 (G2).	55
Figura 29.	Curva de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días del grupo 3 (G3).	56
Figura 30.	Prueba a compresión.....	57
Figura 31.	Resistencia a tracción por la prueba radial a los 7 días.....	59
Figura 32.	Resistencia a tracción por la prueba radial a los 7 días en porcentajes	60
Figura 33.	Resistencia a tracción por la prueba radial a los 14 días.....	61
Figura 34.	Resistencia a tracción por la prueba radial a los 14 días en porcentajes	62
Figura 35.	Resistencia a tracción por la prueba radial a los 28 días.....	64
Figura 36.	Resistencia a tracción por la prueba radial a los 28 días en porcentajes	65
Figura 37.	Curvas de resistencia a tracción a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos	66
Figura 38.	Columnas de resistencia a tracción a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos	67
Figura 39.	Prueba a tracción.....	68
Figura 40.	Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 7 días.	70
Figura 41.	Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 7 días en porcentajes	71

Figura 42. Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 14 días. 72	
Figura 43. Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 14 días en porcentajes.....	73
Figura 44. Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 28 días. 75	
Figura 45. Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 28 días en porcentajes.....	76
Figura 46. Módulo de ruptura a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos.....	77
Figura 47. Módulo de ruptura a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos.....	78
Figura 48. Vigas ensayadas a flexión	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Resistencia a compresión requerida con desviación estándar	13
Tabla 2.	Resistencia a compresión requerida sin desviación estándar.....	13
Tabla 3.	Análisis granulométrico del agregado fino	25
Tabla 4.	Análisis granulométrico del agregado grueso	27
Tabla 5.	Contenido de humedad del agregado grueso	28
Tabla 6.	Contenido de humedad del agregado fino	29
Tabla 7.	Peso unitario suelto del agregado fino	30
Tabla 8.	Peso unitario compactado del agregado fino	30
Tabla 9.	Peso unitario suelto del agregado grueso.....	31
Tabla 10.	Peso unitario compactado del agregado grueso.....	32
Tabla 11.	Peso específico y absorción del agregado fino.....	33
Tabla 12.	Datos P.E y absorción del agregado grueso.....	35
Tabla 13.	Resultados P.E y absorción del agregado grueso	35
Tabla 14.	Datos del estudio de los materiales	35
Tabla 15.	Dosificación con agregados en estado seco.....	36
Tabla 16.	Dosificación ajustada por humedad.....	37
Tabla 17.	Dosificación concreto patrón.....	37
Tabla 18.	Dosificación concreto grupo 1.....	38
Tabla 19.	Dosificación concreto grupo 2.....	38
Tabla 20.	Dosificación concreto grupo 3.....	39
Tabla 21.	Medida del asentamiento.....	41
Tabla 22.	Resistencia a compresión obtenida a los 7 días	43
Tabla 23.	Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida a los 7 días	44
Tabla 24.	Resistencia a compresión obtenida a los 14 días	45

Tabla 25.	Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida a los 14 días	47
Tabla 26.	Resistencia a compresión obtenida a los 28 días	48
Tabla 27.	Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida a los 28 días	49
Tabla 28.	Resistencia a compresión obtenida a los 7, 14, y 28 días	50
Tabla 29.	Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida del grupo Patrón (GP) a los 7, 14, y 28 días	52
Tabla 30.	Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida del grupo 1 (G1) a los 7, 14, y 28 días	54
Tabla 31.	Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida del grupo Patrón (GP) a los 7, 14, y 28 días	56
Tabla 32.	Datos obtenidos de la prueba a tracción por el método radial, a los 7 días	58
Tabla 33.	Porcentajes en relación a la resistencia a tracción obtenida a los 7 días	59
Tabla 34.	Datos obtenidos de la prueba a tracción por el método radial, a los 14 días	60
Tabla 35.	Porcentajes en relación a la resistencia a tracción obtenida a los 14 días	62
Tabla 36.	Datos obtenidos de la prueba a tracción por el método radial, a los 28 días	63
Tabla 37.	Porcentajes en relación a la resistencia a tracción obtenida a los 28 días	64
Tabla 38.	Resistencia a tracción obtenida a los 7, 14, y 28 días	65
Tabla 39.	Datos obtenidos de la prueba a tracción por flexión en vigas, a los 7 días	69
Tabla 40.	Módulo de ruptura en porcentaje en relación al grupo patrón a los 7 días	70

Tabla 41.	Datos obtenidos de la prueba a tracción por flexión en vigas, a los 14 días	71
Tabla 42.	Módulo de ruptura en porcentaje en relación al grupo patrón a los 14 días	73
Tabla 43.	Datos obtenidos de la prueba a tracción por flexión en vigas, a los 28 días	74
Tabla 44.	Módulo de ruptura en porcentaje en relación al grupo patrón a los 28 días	75
Tabla 45.	Módulo de ruptura obtenido a los 7, 14, y 28 días	76
Tabla 46.	Prueba de Normalidad de los resultados a compresión.....	80
Tabla 47.	Datos descriptivos generales de los resultados a compresión.	81
Tabla 48.	ANOVA de los resultados a compresión.....	81
Tabla 49.	Tukey de los resultados a compresión.	82
Tabla 50.	Tukey subconjuntos de los resultados a compresión.	83
Tabla 51.	Prueba de Normalidad de los resultados a tracción.	83
Tabla 52.	Datos descriptivos generales de los resultados a tracción.	84
Tabla 53.	ANOVA de los resultados a tracción.....	84
Tabla 54.	Tukey de los resultados a tracción.	85
Tabla 55.	Tukey subconjuntos de los resultados a tracción.	86
Tabla 56.	Prueba de Normalidad de los resultados del módulo de ruptura.	86
Tabla 57.	Datos descriptivos generales de los resultados del módulo de ruptura.	87
Tabla 58.	ANOVA de los resultados del módulo de ruptura.	87
Tabla 59.	Tukey de los resultados del módulo de ruptura.	88
Tabla 60.	Tukey subconjuntos de los resultados del módulo de ruptura.	89

RESUMEN

En la presente tesis se tiene como objetivo principal evaluar cómo influye en el concreto $f'c$ 210 Kg/cm² el agregar fibras de acero y microsílíce, asimismo, la presente investigación tiene como características ser metodológicamente aplicada, descriptiva, cuasiexperimental y transversal.

En primera instancia se realizó el estudio de los agregados que sirve como base para realizar el diseño de mezclas a través del ACI 211. Asimismo, ya con el grupo patrón definido en proporciones, se asignaron los porcentajes de fibra de acero y microsílíce que se adicionará. Siendo el grupo 1 (G1) fibra de acero (1% peso del concreto) y microsílíce (5% peso del cemento). El grupo 2 fibra de acero (1.5% peso del concreto) y microsílíce (7.5% peso del cemento). El grupo 3 fibra de acero (2% peso del concreto) y microsílíce (10% peso del cemento).

Además, se llegó a las siguientes conclusiones, a los 28 días la resistencia a compresión aumenta significativamente llegando obtener en el grupo 3 un valor promedio de 362 Kg/cm² que representa el 122% respecto al grupo patrón. Asimismo, la resistencia a tracción por el método radial también aumenta, puesto que, a los 28 días se consiguió una resistencia promedio de 45 Kg/cm² en el grupo 3, que representa el 150% con respecto al grupo patrón. Además, el módulo de ruptura (resistencia a tracción por flexión) también aumento ya que se obtuvo en el grupo 3 a los 28 días un valor de 55 Kg/cm² que representa el 167% con respecto al grupo patrón. Así como también, la adición de microsílíce y fibra de acero disminuye la trabajabilidad de la mezcla de concreto, siendo este inversamente proporcional, ya que a mayor adición de microsílíce y fibra de acero se obtiene menor slump.

Palabras clave: concreto, fibra de acero, microsílíce, compresión.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to evaluate how the addition of steel fibers and microsilica influences concrete $f'c$ 210 kg / cm², likewise, the present investigation has the characteristics of being methodologically applied, descriptive, quasi-experimental and transversal.

In the first instance, the study of the aggregates was carried out, which serves as the basis for the design of mixtures through ACI 211. Also, with the standard group defined in proportions, the percentages of steel fiber and microsilica to be added were assigned. . Being group 1 (G1) steel fiber (1% weight of concrete) and microsilica (5% weight of cement). Group 2 steel fiber (1.5% weight of concrete) and microsilica (7.5% weight of cement). Group 3 steel fiber (2% weight of concrete) and microsilica (10% weight of cement).

In addition, the following conclusions were reached, at 28 days the compressive strength will increase significantly, reaching group 3 an average value of 362 Kg / cm², which represents 122% with respect to the standard group. Likewise, the tensile strength by the radial method also increases, since, after 28 days, an average resistance of 45 Kg / cm² was achieved in group 3, which represents 150% with respect to the standard group. In addition, the modulus of rupture (flexural tensile strength) also increased since a value of 55 Kg / cm² was obtained in group 3 at 28 days, which represents 167% with respect to the standard group. Also, the addition of microsilica and steel fiber reduces the workability of the concrete mix, this being inversely proportional, since a greater addition of microsilica and steel fiber results in less slump.

Keywords: concrete, steel fiber, microsilica, compression.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, el concreto es el material al que mayor uso se le da, puesto que se le puede utilizar en diversas labores. Asimismo, en el concreto hay aún mucho campo por explorar. Siendo una gran responsabilidad para el profesional encargado la correcta dosificación de los elementos que lo componen, para alcanzar el concreto con las características particulares deseadas. Al respecto Rivva (2019), “Aun el concreto es desconocido en mucho de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección, y mantenimiento de los elementos estructurales”. Por ende, se infiere que, a pesar que el concreto es muy utilizado en el país, el campo que abarca conocer las propiedades de dicho material es aún un camino muy largo por conocer.

Asimismo, en los últimos años se están realizando constantemente estudios con la finalidad de mejorar las características de los materiales utilizados en la construcción de estructuras del ámbito ingenieril. Principalmente de mejorar la resistencia del concreto., siendo muchos los aditivos que se prueban constantemente, uno de ellos es la incorporación de microsílíce que ayuda a alcanzar altas resistencias, pero a la par también se busca que no interfiera o merme las otras características que también son muy importantes como es la trabajabilidad, durabilidad entre otras.

Además, desde ya varios años atrás se vienen utilizando fibras en el concreto, con resultados satisfactorios, puesto que aumentan su capacidad física y mecánica. Así como también mejor la durabilidad en el concreto, al respecto en el ACI 544 (1996), se señala que “Las ventajas más importantes 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”.

Así como también, Blender (2015), menciona “la tendencia actual por emplear mejores materiales y sistemas constructivos, ha llevado a la utilización de fibras de acero para reforzar el concreto”.

Asimismo, el uso de aditivos y/o adiciones nos permiten hoy en día contar con concreto de mayor resistencia; sin embargo, el éxito de su obtención depende mucho del correcto uso de los aditivos y de la acertada elección del producto.

Por lo tanto, es necesario conocer el comportamiento del concreto con dichos aditivos y adiciones que están tan en boga, así como también conocer el comportamiento de su unión, todo ello con la finalidad de estar a la vanguardia en el mundo de la construcción.

Formulación del problema

Problema general

¿Cómo influirá en la resistencia del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² el agregar fibras de acero y microsílíce?

Problemas específicos

P.E.1: ¿Mejorará la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² al agregar fibras de acero y microsílíce?

P.E.2: ¿Mejorará la resistencia a tracción del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² al agregar fibras de acero y microsílíce?

P.E.3: ¿Mejorará la resistencia a flexión del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² al agregar fibras de acero y microsílíce?

Justificación del estudio

Justificación teórica

Esta investigación se realizará con el propósito de conocer los métodos y procedimientos necesarios para evaluar cómo influye en el concreto $f'c$ 210 Kg/cm² el agregar fibras de acero y microsílíce, teniendo en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), la Norma Técnica Peruana (NTP), American Society for

Testing and Materials (ASTM) y American Concrete Institute (ACI), las mencionadas normas servirán de guía para lograr el propósito planteado.

Justificación práctica

Esta investigación se realizará con la finalidad de conocer los beneficios que aporta el agregar productos como la fibra de acero y el microsílíce al concreto. Ya que el día a día exige buscar alternativas de mejora en las cualidades del concreto, buscando siempre el concreto idóneo.

Justificación metodológica

La metodología aplicada en esta investigación es en principio realizar el estudio de los agregados y determinar la dosificación del concreto patrón. Posterior a ello se elaborará el concreto agregando en porcentajes la fibra de acero y el microsílíce. A su vez elaborar muestras cilíndricas de concreto. Así como también de elaborar muestras prismáticas que consisten en vigas. Asimismo, dichas muestras serán curadas para su posterior ensayo de resistencia respectivo. Además, se tendrá en cuenta conocer las propiedades en estado fresco del concreto y sobre todo su trabajabilidad a través de identificar el slump. Todo esto aportará en realizar una correcta evaluación del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² agregando fibras de acero y microsílíce.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

Agregar fibras de acero y microsílíce al concreto $f'c$ 210 Kg/cm², mejora las resistencias mecánicas.

1.6.2 Hipótesis específicas

H.E.1: Agregar fibras de acero y microsílíce al concreto $f'c$ 210 Kg/cm², mejora la resistencia a compresión.

H.E.2: Agregar fibras de acero y microsílíce al concreto $f'c$ 210 Kg/cm², mejora la resistencia a tracción.

H.E.3: Agregar fibras de acero y microsílíce al concreto $f'c$ 210 Kg/cm², mejora la resistencia a flexión.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar cómo influye en el concreto $f'c$ 210 Kg/cm² el agregar fibras de acero y microsílíce.

1.7.2 Objetivos específicos

O.E.1: Determinar la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² al agregar fibras de acero y microsílíce.

O.E.2: Determinar la resistencia a tracción del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² al agregar fibras de acero y microsílíce.

O.E.3: Determinar la resistencia a flexión del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² al agregar fibras de acero y microsílíce.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Sanes (2016), realizó el estudio “Influencia de microfibras de polipropileno y microsílíce en la resistencia de concretos de 4000 y 3000 psi”, se planteó como objetivo determinar la factibilidad técnica y económica del uso de las microfibras de polipropileno y de las microsílíce de humo de sílice, mediante un análisis profundo y estadístico sobre las propiedades de manejabilidad y resistencia de mezclas de concreto en estado fresco y endurecido, comparando los resultados con datos obtenidos de muestras patrón, fabricadas con agregado de triturado calizo, para resistencias de 3.000 y 4.000 psi, para así definir las dosificaciones óptimas de dichas adiciones en las mezclas de concreto. Y llegó a la conclusión que, la adición de fibras de sílice presenta aumentos de resistencia mecánica tanto a los 7 y 28 días de edad a partir del 1% de adición en peso de cemento y este aumento es progresivo hasta adiciones menores al 3%, en este punto el aumento de resistencia disminuye, pero de igual forma sigue siendo mayor a los resultados obtenidos con las muestras patrón. El análisis estadístico detallado nos indica que la adición óptima de adición de microsílíce para obtener un aumento de resistencia considerable es del 2% ya que a mayor adición no se presentan diferencias significativas de resistencia. Además, al combinar los porcentajes óptimos de adición tanto para microsílíce como polipropileno se observa un aumento de resistencia respecto a la resistencia de diseño, pero dicho aumento es inferior al obtenido con las dosificaciones separadas. Esto es debido a que ambas dosificaciones ocupan los poros vacíos de la mezcla y disminuyen la trabajabilidad del mismo lo que ocasiona que se presente una saturación en la mezcla afectando la resistencia final.

López (2015), realizó el estudio “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macro fibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado.”, se planteó como objetivo realizar una comparación entre las propiedades del concreto sin fibra y un concreto reforzado con diferentes volúmenes de fibra, tanto en estado fresco como en estado endurecido a través de pruebas de laboratorio, como muestra se toma 8 tipo de mezclas y se hace las pruebas en dos tiempos (28 y 90 días) y en cada día se toma 3 modelos. Y llegó a

la conclusión que, la resistencia a la compresión medida a los 28 días de un concreto simple y uno con fibras de acero incorporado no se diferencian por mucho, no se modifica de manera importante, por otro lado, centrándonos en la prueba a flexión, el módulo de elasticidad de los concreto con fibra corta de acero aumenta 5% en promedio.

Fernández (2013), realizó el estudio “Hormigones reforzados con fibras de acero”, se planteó como objetivo incrementar las cualidades del concreto. Y llegó a la conclusión que, al adicionar acero al concreto a través de las fibras, se mejora la resistencia a flexotracción. Asimismo, la durabilidad se incrementa. Además, también aumenta en poca proporción la resistencia a compresión. Así como también se disipa energía antes de romperse el elemento.

Carmona y Cabrera (2009), realizó el estudio “Comportamiento al corte de hormigones reforzado con fibras de acero”, se plantearon como objetivo utilizar el ensayo de corte que establece la sociedad Japonesa de Ingeniería Civil, para determinar el efecto que produce la incorporación de acero a través de fibras en el concreto. Y llegaron a la conclusión que, al respecto de la post fisuración del concreto, se observó que dichas fibras de acero se anclaban muy bien en el concreto, permitiendo que ambas trabajen ante las sollicitaciones que fueron sometidas.

Laínez (2012), realizó el estudio “Influencia del uso de microsilíce en las propiedades en estado fresco y endurecido en concreto de alta resistencia”, se planteó como objetivo evaluar como influye el agregar microsilíce en el concreto respecto a sus propiedades en estado fresco, así como también en su estado endurecido. Asimismo, analizar los agregados que participan en la elaboración del concreto para conocer sus propiedades particulares. Y llegó a la conclusión que, el grupo patrón obtuvo un slump de 10.5”. Asimismo, al adicionar en 7% el microsilíce a la muestra patrón, el slump disminuyó dando un valor de 8”. Al aumentar microsilíce en 12% el slump disminuyó a 6”. Y al agregar microsilíce en 17% el slump disminuyó a 3”. Teniendo en consideración que al agregar microsilíce al concreto este actúa disminuyendo el slump, en relación inversamente proporcional, a mayor microsilíce menor slump. Al respecto de la resistencia a compresión se obtuvo con la adición de 12% un valor de 689 Kg/cm². En cuando a la resistencia a

flexión con 12% de microsilíce se alcanzó una resistencia de 67.1 Kg/cm² y con 17% de microsilíce una resistencia a flexión de 60 Kg/cm².

Antecedentes nacionales

Sotil y Zegarra (2015), realizaron el estudio “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”, se plantearon como objetivo comparar las propiedades mecánicas del concreto (compresión y flexión), respecto a un concreto con adición de fibras de acero Wirand FF3 y FF4, y un concreto base sin adición. Asimismo, conocer las propiedades de los materiales a utilizar, todo esto servirá como una base de datos para la empresa que fabrica dichas fibras, en este caso la empresa Maccaferri, puesto que el uso de dichas fibras será en combinación con materiales del Perú. Y llegaron a la conclusión que, las fibras evitan las fallas frágiles en el concreto. Además, en pavimentos y losas las fibras aportan mayor resistencia, pudiendo reemplazar a la armadura de acero convencional.

Montalvo (2015), realizó el estudio “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”, tiene como objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas teóricas del concreto sin refuerzo y concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF. Así como también comparar los espesores al utilizar uno u otro concreto en los pavimentos rígidos. Y llegó a la conclusión que, en la metodología PCA (Portland Cement Association), se considera el módulo de rotura, y en la metodología TR-34 se considera la resistencia a compresión. Además, a través del programa PAVE 2008, se estableció una base de datos que relaciona ambas propiedades.

Tarqui (2019), realizó el estudio “Optimización de concretos estructurales $f'c = 210$ Kg/cm² y $f'c = 280$ Kg/cm², sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsilíce en la ciudad del Cusco, 2017”, en su tesis tiene como objetivo determinar la cantidad optima de microsilíce en reemplazo de cemento para la obtención y optimización de concretos estructurales $f'c=210$ Kg/cm² y $f'c=280$ Kg/cm² sobre sus propiedades mecánicas en la ciudad del Cusco. Y llegó a la conclusión que, la cantidad optima necesaria de microsilíce en reemplazo de

cemento para obtener un concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ es del 7% en peso de la cantidad de cemento que componen el diseño de mezcla, presentando un valor de revenimiento de (5.3cm) y un valor de resistencia a la compresión axial simple (317.03 Kg/cm^2), así mismo la cantidad de microsílíce para un diseño $f'_c=280 \text{ Kg/cm}^2$ es también del 7% en peso del cemento, presentando un valor de revenimiento de (13.7cm) y un valor de resistencia a la compresión axial simple (374.08 Kg/cm^2), es importante mencionar que ambos diseños superan el valor de resistencia promedio de diseño f'_{cr} .

Gutiérrez y Palomino (2015), realizaron el estudio “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”, se plantearon como objetivo evaluar la resistencia que proporciona las fibras de acero en el concreto 280 Kg/cm^2 . Asimismo, la resistencia que aporta la fibra de polipropileno a dicho concreto. Y llegó a la conclusión que, al adicionar fibras de acero en 20, 25, y 30 Kg/m^3 , aumenta la resistencia a compresión en 19%, 23%, y 22% respectivamente. Además, al agregar la fibra de polipropileno en 2, 5.5, 9 Kg/m^3 , aumenta la resistencia a compresión en 8%, 21%, y 17%. Así como también la resistencia a flexotracción aumentó con la adición de ambas fibras.

De la Cruz y Quispe (2014), realizaron el estudio “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”, se plantearon como objetivo evaluar cómo influye el agregar fibras de acero en la construcción de pavimentos rígidos. Y llegaron a la conclusión que, la adición de fibra al concreto disminuyó el slump de 3.25” a 3, pero aun así, dicho concreto es trabajable y respecta la norma ASTM.

Teorías relacionadas al tema

El concreto

El concreto es una mezcla heterogénea en el cual sus componentes (los agregados) se unen gracias a la interacción entre el cemento y el agua, los cuales tienen una reacción química para realizar dicho propósito. Los elementos que participan para formar el concreto son el cemento, los agregados finos y gruesos,

el aire, así como también el agua. Además, se suele utilizar aditivos que permiten obtener ciertas cualidades adicionales o mejoras en el concreto (Abanto, 2018).

En el concreto, la buena calidad deseada depende no solo de los materiales utilizados, sino también de otros factores como lo es el proceso que se utiliza para mezclar los componentes, el transporte al llevar de un lugar a otro, la forma en que se vacía o coloca en obra, así como también el curado que es de suma importancia (Harmsen, 2017).

Componentes del concreto

Cemento

Este se obtiene al convertir en polvo el Clinker. Asimismo, dicho Clinker se produce al calcinar elementos calcáreos y arcillas. (Harmsen, 2017).

Agua

El agua Tiene que ser agua limpia evitando cualquier impureza que pueda contener. Asimismo, de la calidad del agua depende que las propiedades del concreto sean las mejores (Abanto, 2018).

Agregados

Material en forma de granos, que pueden ser de origen natural, así como también de origen artificial. Asimismo, entre las que se encuentran la arena, la grava, la piedra triturada y la escoria de hierro. Además, dichos elementos se combinan con el cemento para formar el concreto o el mortero (MCVS-E.060, 2009).

Los agregados forman parte de aproximadamente el 75% del volumen del concreto en una mezcla convencional, por ende, es de suma importancia que dichos agregados sean de calidad, evitando los elementos que la puedan contaminar. Asimismo, los agregados de baja calidad afectan las propiedades del producto final que es el concreto (Abanto, 2018).

Todo agregado debe cumplir con ciertos estándares que indica la NTP. Asimismo, los agregados que no cumplan con dichos estándares también se pueden utilizar, pero se tiene que demostrar que con dichos materiales también se llega a la

resistencia solicitada a través de ensayos o pruebas en laboratorio (MCVS-E.060, 2009).

Si el agregado no pasa el tamiz N4 es agregado grueso, y si es que dicho agregado pasará dicho tamiz es agregado fino.

Módulo de fineza

Es un indicador aproximado de los agregados respecto al promedio del tamaño de los mismos. Asimismo, un valor bajo indicaría que el agregado es fino. Además, un valor alto que el agregado es grueso. Así como también, el módulo de fineza se obtiene a través de la suma de los porcentajes retenidos acumulados, y dicha suma se divide entre cien (Abanto, 2018).

Propiedades del concreto

Trabajabilidad

Es la virtud del concreto que demuestra que tal fácil es mezclarlo, colocarlo, y compactarlo sin presentar segregación o exudación (Abanto, 2018).

Consistencia

Este indicador representa que tan húmeda se encuentra la mezcla. Asimismo, depende en cierta parte de la cantidad de agua utilizada.

Ensayo de consistencia del Concreto

Esta prueba también es conocida como el slump test, sirve para conocer cómo se comporta el concreto en estado fresco.

Equipo

El equipo utilizado para la prueba de consistencia consiste en un cono, en el cual una base menor mide 10 cm y la base mayor mide 20 cm. Asimismo, la altura del cono es de 30 cm. Además, para poder compactar el concreto colocado en el molde se utiliza una barra de acero listo de 5/8", y de una longitud de 60 cm, así como también la punta de dicha barra es semiesférica. Ver figura 1

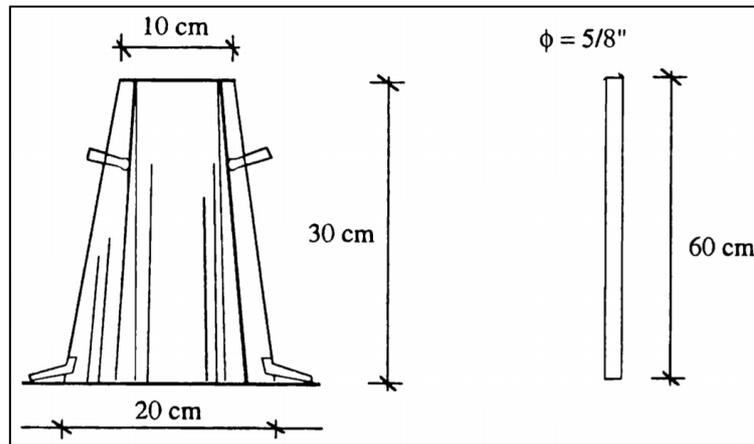


Figura 1. Cono de Abrams

Fuente: Abanto, 2018

Procedimiento de ensayo

Se coloca el concreto en tres capas y se compacta con varilla a través de 25 golpes. Paso siguiente luego de lleno el molde, este se retira. Asimismo, todo el procedimiento no debe exceder en tiempo los 2 minutos, y el tiempo de retiro del molde no debe exceder los 5 segundos, Ver figura 2.

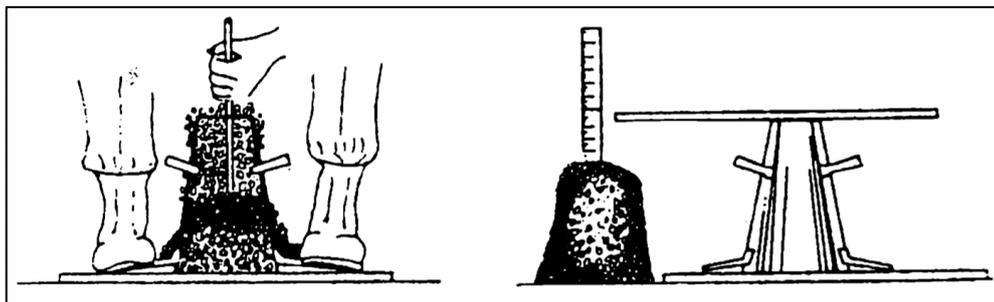


Figura 2. Procedimiento de la medida del Slump

Fuente: Abanto, 2018

Segregación

Implica la separación del agregado grueso en el concreto, pudiendo verse reflejado a través de cangrejas, bolsas de piedra, entre otros. Esto ocurre principalmente por dejar caer el concreto a más de medio metro de altura al momento de vaciar dicho elemento (Abanto, 2018).

Exudación

La exudación o segregado del concreto, se manifiesta a través del ascenso del agua hacia la parte de la superficie del concreto. Asimismo, esto puede ocasionar que al concentrarse mayor cantidad de agua en dichas partes, esta se vea afectada al respecto de la relación agua cemento y por ende en su resistencia (Abanto, 2018).

Tiempo de fraguado

Es el tiempo que demora en que el concreto llegue a al estado endurecido. Asimismo, este tiempo se puede medir a través de la aguja de Vicat.

Resistencia

Entre las principales resistencias del concreto se encuentran la de compresión, tracción y flexión. Asimismo, dichas resistencias como la compresión tienen un vínculo con respecto a la relación agua cemento utilizada en la elaboración de la mezcla.

Resistencia del concreto a la compresión

Se obtiene a través de realizar las pruebas en cilindros de aproximadamente 15 cm de diámetro y 30 cm de alto. Asimismo, después de un día se retira del molde y se realiza el curado respectivo hasta la fecha de ensayo que usualmente es 28 días. Además, la resistencia es el promedio de dos probetas como mínimo (Harmsen, 2017).

Existe la resistencia teórica que es el f'_c , pero para los ensayos se debe utilizar la resistencia a compresión requerida f'_{cr} . Asimismo, los parámetros a considerar se encuentran en la norma E.060, ver tabla 1.

Tabla 1. Resistencia a compresión requerida con desviación estándar

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c \leq 35$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2): $f'cr = f'c + 1,34 Ss$ (5-1) $f'cr = f'c + 2,33 Ss - 3,5$ (5-2)
$f'c > 35$	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-3): $f'cr = f'c + 1,34 Ss$ (5-1) $f'cr = 0,90 f'c + 2,33 Ss$ (5-3)

Fuente: MVCS-RNE-E.060, 2009

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra, ver tabla 2.

Tabla 2. Resistencia a compresión requerida sin desviación estándar

Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7,0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8,5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1,1 f'c + 5,0$

Fuente: MVCS-RNE-E.060, 2009

Resistencia del concreto a la tracción

Es aproximadamente el diez por ciento de la resistencia a compresión. La explicación de tan baja resistencia en relación a la otra, es que el concreto tiene grietas muy finas en su interior (McCormac, 2018).

La resistencia a tracción es muy difícil de medir de forma directa, ya que no se puede sujetar de manera adecuada las muestras. Es por ello, que se utilizan métodos que estiman dichos resultados como son la prueba en vigas para hallar el módulo de ruptura y la prueba radial o diametral en muestras cilíndricas.

La siguiente formula es para hallar el módulo de ruptura, que es la resistencia a tracción por flexión. Dichos datos se recolectan de las pruebas en probetas prismáticas (vigas).

$$f_r = \frac{Mc}{I} = \frac{M(\frac{h}{2})}{\frac{1}{12}bh^3}$$

$$f_r = \text{módulo de ruptura} = \frac{6M}{bh^2} = PL/bh^2$$

La siguiente formula es para hallar la resistencia a tracción por el método radial o compresión diametral, ver figura 3.

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD}$$

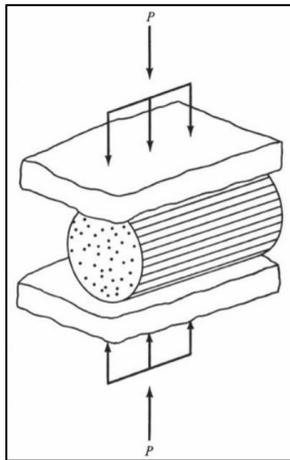


Figura 3. Esquema de la prueba radial

Fuente: McCormac, 2018

Durabilidad

Esta en función al medio ambiente en el que se está expuesto el elemento.

Curado del concreto

Es el proceso por el cual se sumerge en agua constantemente al concreto para que dicho concreto pueda continuar con el proceso de lograr sus capacidades estimadas.

Dicho proceso de hidratación puede ser por inmersión (dejar sumergida las muestras en agua), y por medio de rociadores.

Fibra de acero en el concreto

Presenta como particularidad una alta resistencia y módulo de elasticidad. Sin embargo, pueden ser corroídas fácilmente. Es por ello que, al utilizar en conjunto con el concreto, este cubre dicha debilidad de la fibra.

Asimismo, las fibras pueden trabajar mejor si presentan rugosidades o anclajes, a que estos permiten adherirse más al concreto.

Un ejemplo de fibra de acero, es el de marca Sika, en su versión Sikafiber CHO 65/35 NB, el cual tiene como características pertenecer al grupo 1 (alambre estirado en frío), 35 mm de longitud, 0.54 mm de diámetro, resistencia a tracción de 1300 N/mm². Ver figura 4.



Figura 4. Fibras de acero Sikafiber CHO 65/35 NB

Fuente: Elaboración propia

Microsílice en el concreto

El tamaño aproximado del microsílíce es de 0.5 micras. Siendo este cien veces más pequeño que el cemento. Debido a ello, puede ocupar espacios que otros elementos no pueden ocupar en la mezcla del concreto, llegando a obtener un concreto con menor cantidad de vacíos.

Un ejemplo de microsílíce utilizado para concreto, es el de marca Sika, en su versión Sika Fume, el cual es un aditivo que utiliza el humo de sílice. Asimismo, tiene una densidad de 0.65 Kg/l. Además, el contenido total de cloruros es menor a 0.3 %, por lo tanto, no dañan el acero que se utiliza en el concreto, ver figura 5.



Figura 5. Microsílíce Sikafume

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1 Diseño de investigación

Tipo de estudio

La investigación puede cumplir dos finalidades generales, las cuales son generar teorías y conocimientos que involucra a la investigación básica. Y por otro lado la que busca aplicar conocimientos para satisfacer inquietudes y resolver problemas que es tarea de la investigación aplicada (Hernández y Mendoza, 2018).

Por ende, teniendo en cuenta el marco metodológico y objetivos planteados, la presente investigación es de tipo aplicada.

Según su nivel de estudio

El estudio es descriptivo porque tiene como objetivo central la descripción de los fenómenos.

Al respecto el estudio descriptivo es el que busca especificar rasgos, propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice (Hernández y Mendoza, 2018).

Según su enfoque

La investigación realizada es cuantitativa, ya que, los hechos son observables y posibles de cuantificar.

La investigación cuantitativa brinda la posibilidad de sistematizar los resultados más ampliamente, concede el control sobre los fenómenos, asimismo, un punto de vista de conteo y las magnitudes de éstos (Hernández y Mendoza, 2018).

Diseño

La investigación realizada es cuasiexperimental, así como también transversal.

En los cuasiexperimentos se manipula la variable independiente para conocer cómo influye en la variable dependiente. Pero a diferencia del diseño experimental, en la cuasiexperimental los grupos ya están formados con anterioridad (Hernández y Mendoza, 2018).

En la presente investigación se manipulará las dosificaciones de microsilíce y fibra de acero para conocer los cambios que produce en el concreto. Dichas dosificaciones ya previamente formadas en grupos.

La investigación transversal recoge los datos en un solo momento, en un tiempo único (Hernández y Mendoza, 2018).

3.2 Variables, Operacionalización

Variables

V1: Concreto (dependiente)

V2: Fibras de acero y microsilíce (independiente)

3.3 Población y muestra

Población

La población es cualquier conjunto finito o infinito de elementos o sujetos, delimitados en el espacio o lugar, así como también en el tiempo (Hernández y Mendoza, 2018).

La población del presente trabajo de investigación, es el conjunto de probetas cilíndricas las cuales serán sometidas a pruebas de resistencia. Además, el grupo de vigas prismáticas que también serán analizadas con dicha prueba.

Muestra

La muestra es un sub conjunto de la población el cual requiere que sea representativa de esta última para poder determinar los rasgos, características y propiedades de la población (Hernández y Mendoza, 2018).

La muestra estará conformada 36 probetas cilíndricas para la prueba de compresión, 24 vigas prismáticas para la prueba de tracción por flexión y 36 probetas cilíndricas para la prueba a tracción por compresión diametral.

Muestreo

El muestreo se determinó empleando el no probabilístico.

En el muestreo no probabilístico la elección de la muestra no depende de la probabilidad, sino de otras características propias de la investigación (Hernández y Mendoza, 2018).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1 Técnica

La técnica a utilizar en la presente tesis es la observación directa de los hechos.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

El instrumento es el cuestionario, el cual sirve para recolección de los datos requeridos, asimismo, se aplicará dicho cuestionario a través de la ficha técnica.

Dichas fichas técnicas de recolección de datos están normadas por las siguientes instituciones encargadas.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Norma Técnica Peruana (NTP)

American Society for Testing and Materials (ASTM)

American Concrete Institute (ACI).

3.4.3 Validez y confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento de medición está determinada por el nivel de similitud en los resultados que puede tener una prueba aplicada a un mismo individuo en reiteradas oportunidades. Cuanta más similitud se obtenga en los resultados de las reiteradas pruebas, mayor será el grado de confiabilidad (Hernández y Mendoza, 2018).

La confiabilidad es el grado en que un instrumento aplicado al mismo individuo u objeto, entregue o produzca resultados similares (Hernández y Mendoza, 2018).

Los instrumentos utilizados en el presente proyecto se consideran válidos y confiables, porque han sido evaluados a través del juicio de expertos, por Ingenieros civiles especialistas en el tema.

A su vez los instrumentos utilizados, como las fichas técnicas de recolección de datos son normadas por entidades nacionales e internacionales encargadas.

3.5 Procedimientos

Se buscó el laboratorio de ensayo de materiales que cumpla con los requisitos como es el contar con el certificado de calibración de la prensa a utilizar en los ensayos, así como también que todas las herramientas a utilizar en dicho laboratorio cumplan con la calibración respectiva, en la presente tesis, se realizó los ensayos en el laboratorio INGEOCONTROL, el cual brindó las facilidades para poder participar en las pruebas respectivas. Asimismo, se adquirió los agregados de la cantera Trapiche, así como también se obtuvo los insumos a utilizar como son la fibra de acero en la marca Sika, en su versión Sikafiber CHO 65/35 y el microsílíce

también de la marca Sika en su versión Sikafume, las fichas técnicas de ambos productos se pueden apreciar en anexos.

Ya en laboratorio, lo primero que se realizó es el estudio de los agregados con la finalidad de conocer sus características, y así poder realizar el diseño de la mezcla patrón a través de la dosificación con el método del ACI 211. Asimismo, ya con el diseño de la mezcla patrón se procedió a adicionar fibra de acero y microsílíce en los porcentajes establecidos para los grupos respectivos planteados. Además, se realizó el ensayo de la medida del asentamiento a través del slump. Posterior a ello procedió a llenar en los moldes respectivos tanto para probetas cilíndricas como para probetas prismáticas (vigas). Luego de 24 horas las probetas se retiraron de su molde y pasaron a ser curadas en agua hasta el día del ensayo respectivo, que en la presente tesis se consideró a los 7, 14, y 28 días para las pruebas de compresión, tracción y módulo de ruptura.

3.6 Método de análisis de datos

Una vez recopilado los datos necesarios de las muestras, se procederá a analizar los resultados con el software Microsoft Excel para presentar los datos en figuras y cuadros.

Se presentarán los datos del análisis granulométrico del agregado fino y grueso, en tablas indicando número de malla, la abertura en milímetros, el peso retenido en cada malla, el porcentaje del peso retenido, el porcentaje acumulado del peso retenido y el porcentaje que pasa. Asimismo, al respecto del agregado fino se obtendrá el módulo de finura que es la suma de los porcentajes retenidos acumulados dividido entre cien. Así como también del agregado grueso se obtendrá el máximo tamaño nominal. Además, se presentará la curva granulométrica con los límites ASTM C 33 establecidos. Verificando si el agregado fino y grueso cumple con estar dentro del rango.

Asimismo, los otros ensayos realizados en laboratorio también se presentarán en tablas, como son el peso específico de los agregados, el peso unitario suelto y compactado, el contenido de humedad y porcentaje de absorción.

Al respecto del Slump de cada grupo GP, G1, G2, G3, los datos obtenidos se procesarán en el programa Excel, para generar un gráfico de columnas, que

permitirá la visualización del valor obtenido en cada grupo para su mayor comprensión visual.

Para el análisis de datos de las resistencias obtenidas de las muestras.

En el ensayo de resistencia a la compresión considerando la NTP 339.034:2015, se analizarán los datos obtenidos a los 7 días generando también su gráfico de columnas para comparar las resistencias a compresión obtenidas. Lo mismo se realizará a los 14 y 28 días. Posterior a ello se realizará el análisis de la curva de resistencia obtenida a los 7, 14, y 28 días de cada grupo. Asimismo, se tendrá en cuenta siempre el porcentaje obtenido de la resistencia a compresión de cada grupo en relación al grupo patrón. Además, se corroborará los datos obtenidos del laboratorio sabiendo que para hallar la resistencia a compresión es la carga máxima dividida entre el área de la cara de la probeta cilíndrica.

En el ensayo de resistencia a la flexión con cargas a los tercios del tramo considerando la NTP 339.078:2017, se analizarán los datos obtenidos a los 7 días generando también su gráfico de columnas para comparar las resistencias a tracción por flexión obtenidas. Lo mismo se realizará a los 14 y 28 días. Posterior a ello se realizará el análisis de la curva de resistencia obtenida a los 7, 14, y 28 días de cada grupo. Además, se corroborará los datos obtenidos del laboratorio sabiendo que para hallar la resistencia a tracción por flexión es la carga máxima multiplicada por la distancia entre apoyos dividida entre el área de la sección multiplicada por la altura.

En el ensayo de resistencia a tracción por compresión diametral, considerando la NTP 339.084:2012 (Revisada 2017), se analizarán los datos obtenidos a los 28 días generando también su gráfico de columnas para comparar las resistencias a tracción obtenidas. Además, se corroborará los datos obtenidos del laboratorio sabiendo que para hallar la resistencia a tracción es la carga máxima multiplicada por dos dividida entre pi multiplicada por el diámetro y la altura de la probeta cilíndrica.

3.7 Aspectos Éticos

Los tesisistas se comprometen en respetar los datos recogidos de las muestras, asimismo, de analizar con criterio y responsabilidad lo requerido, para obtener

resultados correctos. Además, la presente tesis cumple con las normas ISO, las cuales indican la manera correcta de citar la información de otros autores.

IV. RESULTADOS

Para lograr los objetivos de la presente tesis se realizaron los estudios y ensayos correspondientes en el laboratorio.

Análisis de agregados

El estudio de análisis de los agregados 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 "TRAPICHE", ubicada en Lima.

Análisis Granulométrico

Se realizó el presente ensayo teniendo en cuenta la N.T.P. 400.012 y ASTM C 136.

El análisis granulométrico para agregados finos, sirve para determinar el módulo de finiza y el análisis granulométrico para el agregado grueso ayuda a determinar el tamaño máximo nominal.

Agregado Fino

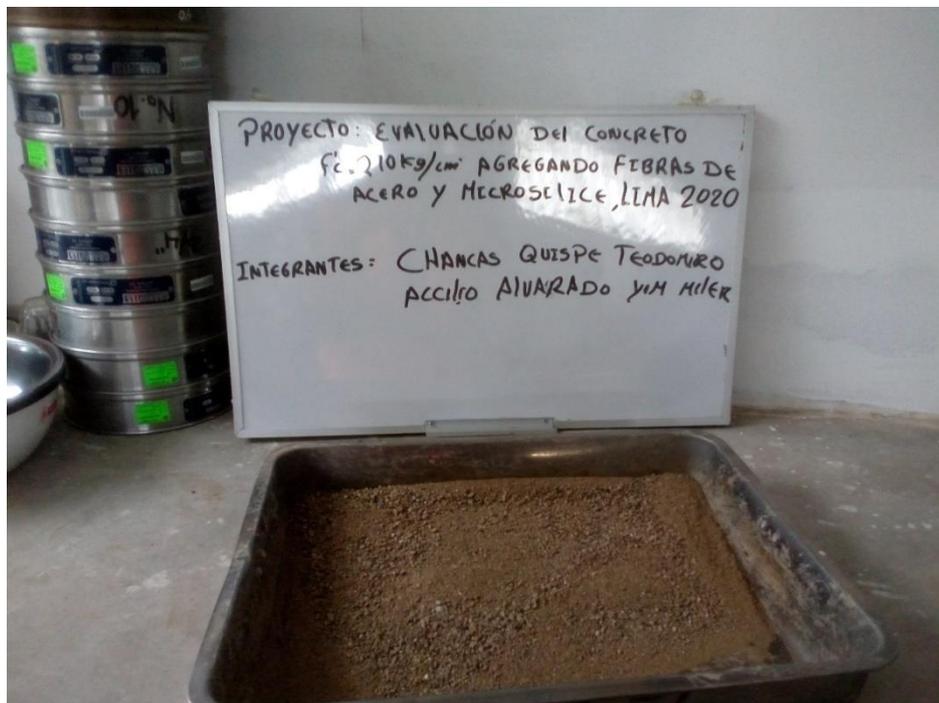


Figura 6. Agregado fino.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado fino

Malla		Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
3/8"	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	3.6	0.65	0.65	99.35	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	71.5	12.90	13.55	86.45	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	121.6	21.93	35.49	64.51	50.00	85.00
# 30	600 µm	130.6	23.56	59.04	40.96	25.00	60.00
# 50	300 µm	78.3	14.12	73.17	26.83	5.00	30.00
# 100	150 µm	100.1	18.06	91.22	8.78	0.00	10.00
Fondo	-	48.7	8.78	100.00	0.00	-	-
						MF	2.73

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se presenta el análisis granulométrico del agregado fino, el cual se ensayó y permitió obtener el módulo de fineza considerando desde las mallas N° 4 hasta la N°100 respetando la N.T.P. 400.012 y la ASTM C 136.

Asimismo, con un módulo de finura de 2.73. Conociendo que el módulo de finura es la suma de los porcentajes retenidos acumulados dividido entre cien.

Además, en la siguiente figura, se presenta la curva granulométrica con los límites ASTM C 33 establecidos. Observando que en el agregado sí se cumple con estar dentro del rango.

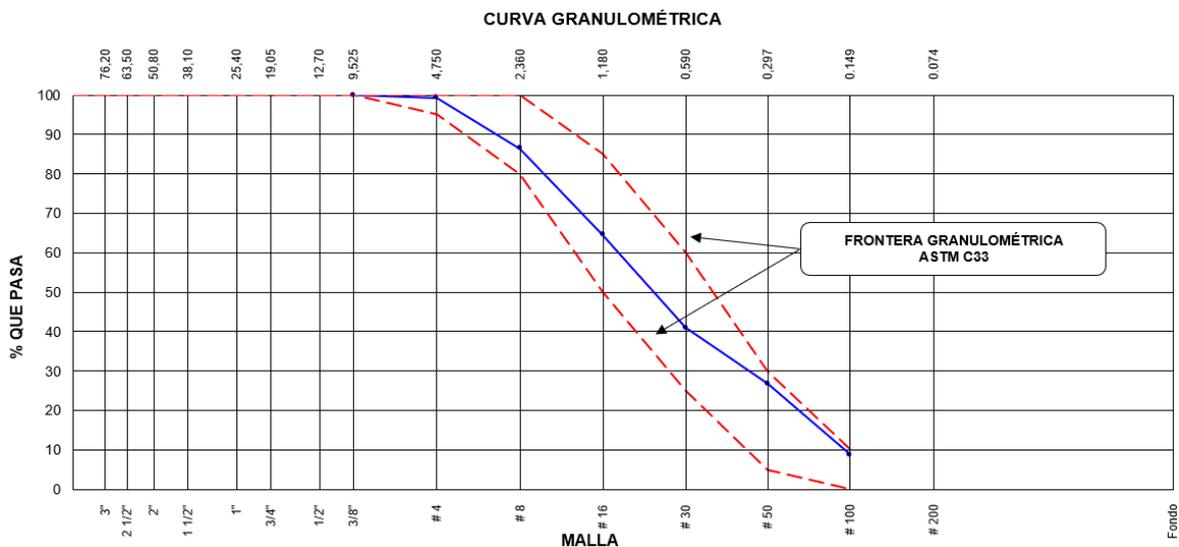


Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia.

Agregado Grueso



Figura 8. Agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla, se presenta el análisis del agregado grueso teniendo en cuenta la N.T.P. 400.012 y la ASTM C 136 de agregados. Se ensayó para lograr obtener el tamaño máximo nominal, que es el primer peso retenido en la malla, la cual se obtuvo con la malla de 1/2", reteniendo un total de 1166.8 g. de peso retenido.

Tabla 4. Análisis granulométrico del agregado grueso

Malla		Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm				100.00	100.00	100.00
3/4"	19.00 mm	76.8	2.13	2.13	97.87	90.00	100.00
1/2"	12.50 mm	1166.8	32.29	34.42	65.58	50.00	79.00
3/8"	9.50 mm	999.1	27.65	62.07	37.93	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	1291.3	35.74	97.81	2.19	0.00	10.00
# 8	2.36 mm	76.9	2.13	99.94	0.06	0.00	5.00
# 16	1.18 mm	1.4	0.04	99.98	0.02	0.00	0.00
# 30	600 µm		0.00	99.98	0.02	0.00	0.00
# 50	300 µm		0.00	99.98	0.02	0.00	0.00
# 100	150 µm		0.00	99.98	0.02	0.00	0.00
Fondo	-	0.7	0.02	100.00	0.00	-	-
						MF	6.60
						TMN	1/2"

Fuente: Elaboración propia.

Además, en la siguiente figura, se presenta la curva granulométrica con los límites ASTM C 33 HUSO 67 establecidos. Observando que en el agregado sí se cumple con estar dentro del rango.

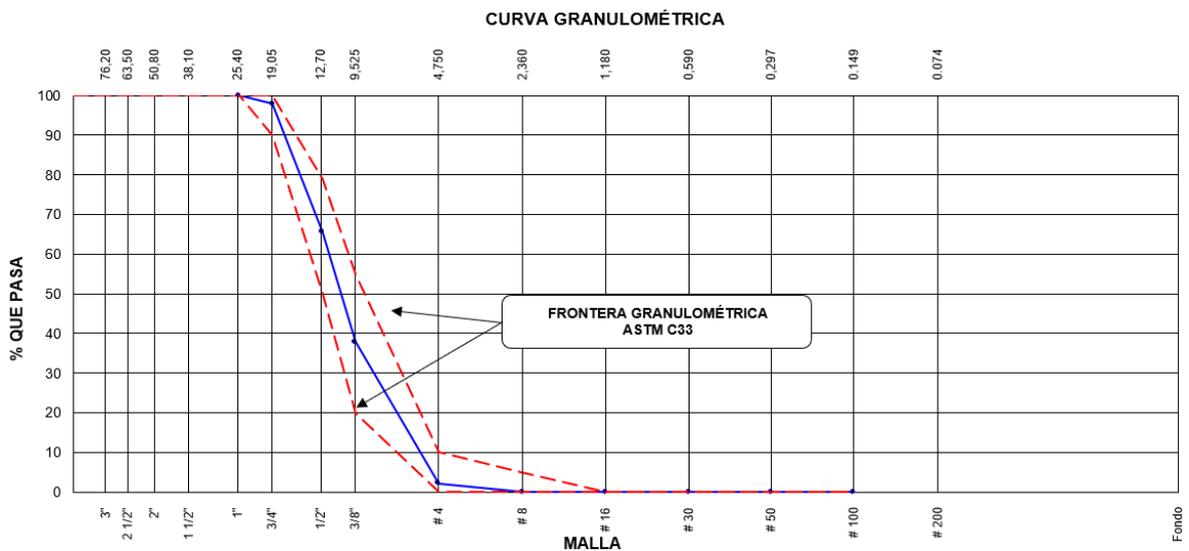


Figura 9. Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de humedad

Al respecto del contenido de humedad evaporable de los agregados según lo que indica la norma ASTM C566.

En la tabla siguiente se muestra los datos recolectados en laboratorio para poder hallar el contenido de humedad del agregado grueso, se pesa la masa del recipiente o tara, luego se pesa la muestra dentro del recipiente, posterior a ello se lleva la muestra al horno durante 24 horas capaz de mantener la temperatura a $110 \pm 5^\circ\text{C}$, para poder obtener el peso de la muestra seca. Luego por diferencia de pesos entre la muestra húmeda y seca se obtiene el contenido de humedad en porcentaje, que en este agregado grueso es de 0.2%.

Tabla 5. Contenido de humedad del agregado grueso

DESCRIPCION	UND.	DATOS
Masa del Recipiente	g	700.0
Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	4321.0
Masa del Recipiente + muestra seca	g	4313.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.2

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se muestra los datos recolectados en laboratorio para poder hallar el contenido de humedad del agregado fino, se pesa la masa del recipiente o tara, luego se pesa la muestra dentro del recipiente, posterior a ello se lleva la muestra al horno durante 24 horas, para poder obtener el peso de la muestra seca. Luego por diferencia de pesos entre la muestra húmeda y seca se obtiene el contenido de humedad en porcentaje, que en este agregado fino es de 3%.

Tabla 6. Contenido de humedad del agregado fino

DESCRIPCION	UND.	DATOS
Masa del Recipiente	g	220.7
Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	791.6
Masa del Recipiente + muestra seca	g	775.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.0

Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario suelto y compactado de los agregados

En la siguiente figura es al respecto del ensayo para obtener el peso unitario suelto y compactado de los agregados según lo que indica la norma ASTM C29 / C29M



Figura 10. Peso unitario suelto y compactado de agregado fino

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se muestra los datos recolectados en laboratorio para poder hallar el peso unitario suelto del agregado fino, se pesa la masa del molde o tara, asimismo, se obtiene el volumen del molde, luego se pesa la muestra suelta dentro del recipiente. Ya con dichos datos se obtiene el peso unitario suelto. Se realiza 2

veces para obtener el promedio de 2 ensayos. En este caso el promedio da un valor de 1141 Kg/m³.

Tabla 7. Peso unitario suelto del agregado fino

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	5.682	5.670	
Peso de muestra suelta (kg)	4.054	4.042	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1443	1439	1441

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se muestra los datos recolectados en laboratorio para poder hallar el peso unitario compactado del agregado fino, se pesa la masa del molde o tara, asimismo, se obtiene el volumen del molde, luego se pesa la muestra compactada dentro del recipiente. Dicha compactación se realiza en 3 capas. Ya con dichos datos se obtiene el peso unitario compactado. Se realiza 2 veces para obtener el promedio de 2 ensayos. En este caso el promedio da un valor de 1700 Kg/m³.

Tabla 8. Peso unitario compactado del agregado fino

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra compactada (kg)	6.387	6.419	
Peso de muestra compactada (kg)	4.759	4.791	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1694	1706	1700

Fuente: Elaboración propia.



Figura 11. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se muestra los datos recolectados en laboratorio para poder hallar el peso unitario suelto del agregado grueso, se pesa la masa del molde o tara, asimismo, se obtiene el volumen del molde, luego se pesa la muestra suelta dentro del recipiente. Ya con dichos datos se obtiene el peso unitario suelto. Se realiza 2 veces para obtener el promedio de 2 ensayos. En este caso el promedio da un valor de 1468 Kg/m³.

Tabla 9. Peso unitario suelto del agregado grueso

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	5.753	5.749	
Peso de muestra suelta (kg)	4.125	4.121	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1468	1467	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se muestra los datos recolectados en laboratorio para poder hallar el peso unitario compactado del agregado grueso, se pesa la masa del molde o tara, asimismo, se obtiene el volumen del molde, luego se pesa la muestra compactada dentro del recipiente. Dicha compactación se realiza en 3 capas. Ya con dichos datos se obtiene el peso unitario compactado. Se realiza 2 veces para obtener el promedio de 2 ensayos. En este caso el promedio da un valor de 1588 Kg/m³.

Tabla 10. Peso unitario compactado del agregado grueso

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.628	1.628	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra compactada (kg)	6.036	6.140	
Peso de muestra compactada (kg)	4.408	4.512	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1569	1606	1588

Fuente: Elaboración propia.

Peso específico y absorción del agregado fino

En la siguiente figura se muestra algunos de los procedimientos al respecto del Peso específico y absorción del agregado fino según lo que indica la norma ASTM C128. Se puede apreciar el ensayo del cono de arena que ayudó a determinar el estado del agregado fino saturado con superficie seca, así como también se puede apreciar el agregado ya dentro de la fiola con agua, del cual se tiene que eliminar todo tipo de aire como burbujas con ayuda de la bomba de succión.



Figura 12. Conito de arena, y fiola con la muestra

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se muestra los datos recolectados en laboratorio para poder hallar el peso específico y absorción del agregado fino, la muestra ensayada presenta como peso específico el valor de 2612 Kg/m³. Asimismo, como porcentaje de absorción 0.7%.

Tabla 11. Peso específico y absorción del agregado fino

	IDENTIFICACIÓN	1
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500
B	Peso Frasco + agua	670.8
C	Peso Frasco + agua + muestra SSS	979.4
D	Peso del Mat. Seco	496.4
Pe Bulk (Base seca) o Peso específico de masa = $D/(B+A-C)$		2.594
Pe Bulk (Base Saturada) o Peso específico SSS = $A/(B+A-C)$		2.612
Pe Aparente (Base seca) o Peso específico aparente = $D/(B+D-C)$		2.643
% Absorción = $100*((A-D)/D)$		0.7

Fuente: Elaboración propia.

Peso específico y absorción del agregado grueso

En la siguiente figura se muestra algunos de los procedimientos al respecto del Peso específico y absorción del agregado grueso según lo que indica la norma ASTM C127. Se puede apreciar que se está secando la muestra que previamente fue saturada en agua durante 24 horas, esto ayudó a determinar el estado del agregado grueso saturado con superficie seca, así como también se puede apreciar el agregado se está pesando en agua, para poder obtener los datos respectivos que nos servirán para el posterior cálculo de lo requerido.



Figura 13. Secando la muestra y pesando la muestra en agua

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla siguiente se muestra los datos recolectados en laboratorio para poder hallar el peso específico y absorción del agregado grueso, la muestra ensayada presenta como peso específico el valor de 2863 Kg/m³. Asimismo, como porcentaje de absorción 0.6%.

Tabla 12. Datos P.E y absorción del agregado grueso

DATOS		A
1	Peso de la muestra sss	1514.3
2	Peso de la muestra sss sumergida	985.4
3	Peso de la muestra secada al horno	1505.1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Resultados P.E y absorción del agregado grueso

RESULTADOS	1
Peso específico de masa	2.846
Peso específico de masa S.S.S	2.863
Peso específico aparente	2.896
Porcentaje de absorción (%)	0.6

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de Mezclas

Respecto al diseño de mezcla se estimó las cantidades tomando como referencia el ACI 211, para obtener el concreto del grupo patrón "GP", que servirá de referencia al respecto de los otros grupos con adiciones de microsilíce y fibras de acero.

Asimismo, el diseño de la mezcla para el grupo patrón se realizó para una resistencia a compresión de 294 Kg/cm², puesto que, la norma E.060 indica que se adicione 84 Kg/cm² en este caso a la resistencia base de 210 Kg/cm²

Además, el factor agua cemento estimado es de 0.56.

En la siguiente tabla se presenta los datos requeridos que se obtienen del estudio de agregados fino y grueso.

Tabla 14. Datos del estudio de los materiales

Material	Peso específico (Kg/m ³)						
		Humedad (%)	Abs (%)	MF	P.U.S	P.U.C	TMN
Cemento	3110						
Agua	1000						
Agregado grueso	2863	0.2	0.6	6.6	1468	1588	1/2"
Agregado fino	2612	3	0.7	2.73	1441	1700	---

Fuente: Elaboración propia.

Se tomó en consideración diseñar para un slump de 6" a 7" (150 mm a 175 mm)

Se tiene entonces 228 L/m³ de agua para la mezcla. Asimismo, con un contenido de aire de 2.5%.

Se obtuvo la relación agua cemento para la resistencia a compresión requerida de 294 kg/cm².

Para 294 kg/cm², interpolando se tiene una relación agua cemento de 0.56.

Ya teniendo la relación agua cemento y la cantidad de agua, se obtiene la cantidad de cemento que es 407.1 Kg.

Paso siguiente se estima la cantidad de agregado grueso, considerando el tamaño máximo nominal y el módulo de finura que se obtuvo del ensayo de agregados.

Se obtuvo de la tabla del ACI 211 tomando en cuenta el TMN y el MF, un factor de 0.557, el cual se multiplica por el PUC para obtener 884.5 Kg de agregado grueso que participaran en la mezcla.

Continuando, para obtener el peso del agregado fino, primero se obtiene el volumen que ocuparán el cemento, el agregado grueso y el agua, esto es consigue multiplicando la cantidad en kg que ya tenemos por su respectivo peso específico. Asimismo, el volumen que ocupa el aire es el .2.5% de 1 m³. Luego por diferencia lo que falta para obtener 1 m³ de muestra se obtuvo el volumen del agregado fino.

En la siguiente tabla se presenta la dosificación con agregados en seco.

Tabla 15. Dosificación con agregados en estado seco

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	407	Kg
Agua	228	Litro
Agregado fino	802	Kg
Agregado grueso	885	Kg

Fuente: Elaboración propia.

Paso siguiente, se ajustó por humedad, multiplicando la cantidad de agregado grueso y fino por su respectivo porcentaje de humedad, obteniendo los pesos húmedos de los agregados en el grueso 886.3 Kg, y en el fino 826.3 Kg.

Luego se determinó la humedad superficial de los agregados, siendo esta la diferencia entre el porcentaje de humedad y el porcentaje de absorción. Con valores en el agregado grueso de -0.4% y en el fino de 2.3%.

Ahora para conocer el aporte de humedad de los agregados se multiplica la humedad superficial por el peso de los agregados húmedos, obteniendo como valores en el grueso de -3.5 L y en el fino de 18.45 L. Sumando ambos tenemos un aporte de agua de 14.9 L.

Siendo el agua efectiva a utilizar la diferencia entre lo que teníamos inicialmente 228 L menos el agua que aportan los 14.9 L, dando como resultado 213.1 L.

En la siguiente tabla se presenta la dosificación con valores ya ajustados por humedad.

Tabla 16. Dosificación ajustada por humedad

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	407	Kg
Agua	213	Litro
Agregado fino	826	Kg
Agregado grueso	886	Kg

Fuente: Elaboración propia.

Grupo Patrón (GP):

En la siguiente tabla se presenta la dosificación del grupo patrón (GP) que se utilizó en la elaboración de tandas de 0.043 m³

Tabla 17. Dosificación concreto patrón

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	17.51	Kg
Agua	9.16	Litro
Agregado fino	35.53	Kg
Agregado grueso	38.11	Kg

Fuente: Elaboración propia.

Grupo 1 (G1):

Se adicionó al grupo patrón la siguiente proporción:

Fibra de acero (1% peso del concreto).

Microsílice (5% peso del cemento).

En la siguiente tabla se presenta la dosificación del grupo 1 (G1) que se utilizó en la elaboración de tandas de 0.043 m³

Tabla 18. Dosificación concreto grupo 1

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	16.63	Kg
Agua	9.16	Litro
Agregado fino	35.53	Kg
Agregado grueso	38.11	Kg
Fibra de acero	1.00	Kg
Microsílice	875	g

Fuente: Elaboración propia.

Grupo 2 (G2):

Se adicionó al grupo patrón la siguiente proporción:

Fibra de acero (1.5% peso del concreto).

Microsílice (7.5% peso del cemento).

En la siguiente tabla se presenta la dosificación del grupo 2 (G2) que se utilizó en la elaboración de tandas de 0.043 m³

Tabla 19. Dosificación concreto grupo 2

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	16.19	Kg
Agua	9.16	Litro
Agregado fino	35.53	Kg
Agregado grueso	38.11	Kg
Fibra de acero	1.50	Kg
Microsílice	1313	g

Fuente: Elaboración propia.

Grupo 3 (G3):

Se adicionó al grupo patrón la siguiente proporción:

Fibra de acero (2% peso del concreto).

Microsílice (10% peso del cemento).

En la siguiente tabla se presenta la dosificación del grupo 3 (G3) que se utilizó en la elaboración de tandas de 0.043 m³

Tabla 20. Dosificación concreto grupo 3

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	15.76	Kg
Agua	9.16	Litro
Agregado fino	35.53	Kg
Agregado grueso	38.11	Kg
Fibra de acero	2.01	Kg
Microsílice	1751	g

Fuente: Elaboración propia.

Observaciones

Las marcas utilizadas de los materiales utilizados fueron:

Cemento Sol Tipo I

Agregado grueso y fino de la cantera Trapiche

Microsílice representado por el producto Sika Fume

Fibra de acero representado por el producto Sika Fiber CHO 65/35

En la siguiente figura se puede apreciar la mezcladora de concreto que se utilizó en la elaboración de la mezcla de concreto de la mezcla patrón y de los distintos grupos.



Figura 14. Mezcladora para el concreto

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se puede apreciar las probetas de concreto con su respectiva identificación de la mezcla patrón y de los distintos grupos.

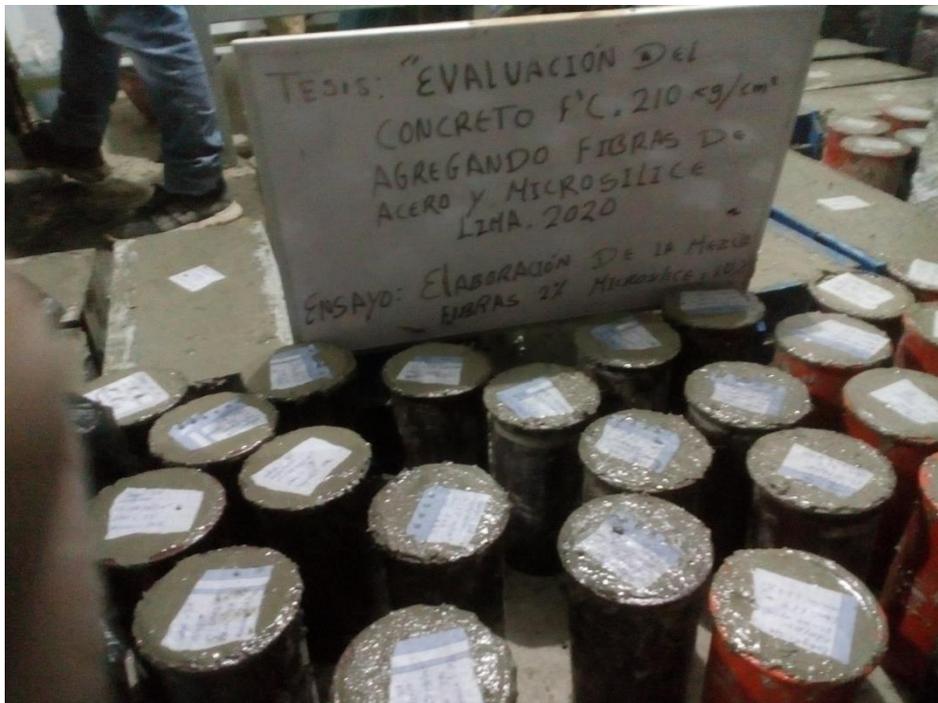


Figura 15. Probetas cilíndricas marcadas

Fuente: Elaboración propia.

Ensayos

Asentamiento

El presente ensayo se realizó según la N.T.P. 339.035. 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 (seca), trabajable (plástica) y muy trabajable (fluida).

Tabla 21. Medida del asentamiento

GRUPO	SLUMP (pulgada)
GP	5
G1	3.5
G2	2.5
G3	2

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la siguiente figura las columnas representan los slump obtenidos de las muestras. Se puede apreciar que en el grupo 1 (G1), se obtuvo un slump de 3.5 pulgadas, en el grupo 2 (G2) de 2.5 pulgadas y en el grupo 3 (G3) de 2 pulgadas. Asimismo, el grupo patrón (GP) obtuvo un slump de 5 pulgadas. Por ende, se infiere que, a mayor cantidad de microsílíce y fibra de acero se reduce el slump de la mezcla de concreto en la misma proporción.

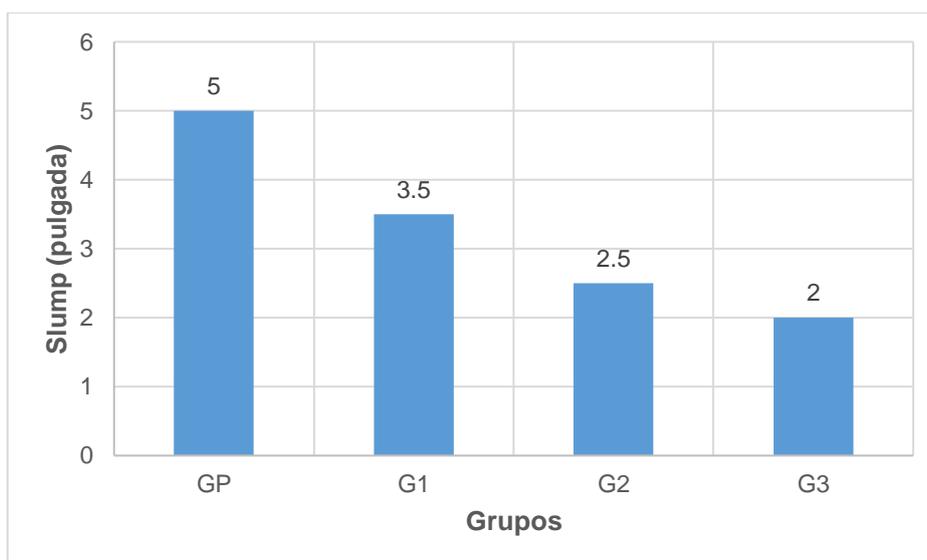


Figura 16. Slump obtenidos de los grupos GP, G1, G2, y G3

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la siguiente figura, se presenta uno de los ensayos de asentamiento realizados en laboratorio al concreto en estado fresco, el cual se realiza con el cono de Abrams, se llena el concreto en 3 capas, compactando con una varilla 25 veces en cada capa. Posterior a ello se retira el cono y se coloca dicho cono de manera inversa para tenerlo de referencia al medir cuanto se asienta la muestra ensayada.



Figura 17. Medida del slump.

Fuente: Elaboración propia.

Curado del concreto

El proceso de curado de probetas se consideró la N.T.P. 339.033. 2009. Hormigón (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto. 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 7, 14 y 28 días.

Resistencia a la compresión

Los ensayos fueron realizados para la edad 7, 14 y 28 días. Para realizar la rotura de probetas a las edades mencionadas, se utilizó la normatividad expuesta en la N.T.P. 339.034.2015. “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”.

Resultados a los 7 días

Tabla 22. Resistencia a compresión obtenida a los 7 días

GRUPO	Resistencia especificada (Kg/cm ²)	Resistencia requerida (Kg/cm ²)	Resistencia obtenida (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
GP	210	294	209	206
	210	294	206	
	210	294	204	
G1	210	294	212	216
	210	294	219	
	210	294	216	
G2	210	294	247	249
	210	294	249	
	210	294	251	
G3	210	294	253	253
	210	294	251	
	210	294	256	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, la columna resistencia obtenida representa la resistencia a compresión obtenida en la prueba a compresión de cada probeta ensayada. Siendo el grupo patrón (GP) en el cual las tres probetas ensayadas obtienen el menor valor de resistencia 209, 206, y 204 Kg/cm², dichos valores no son muy distantes a los del grupo 1 (G1). Al respecto del grupo en el que se obtuvo mayor resistencia que es el grupo 3 (G3) su máximo valor fue de 256 Kg/cm², dicho valor muy cercano al que se obtuvo en el grupo 2 (G2) 251 Kg/cm² en el mayor de sus 3 probetas.

Asimismo, en la columna promedio, se realizó el promedio aritmético de tres probetas ensayadas por cada grupo. Y así obtener un valor representativo de la resistencia a compresión de cada grupo.

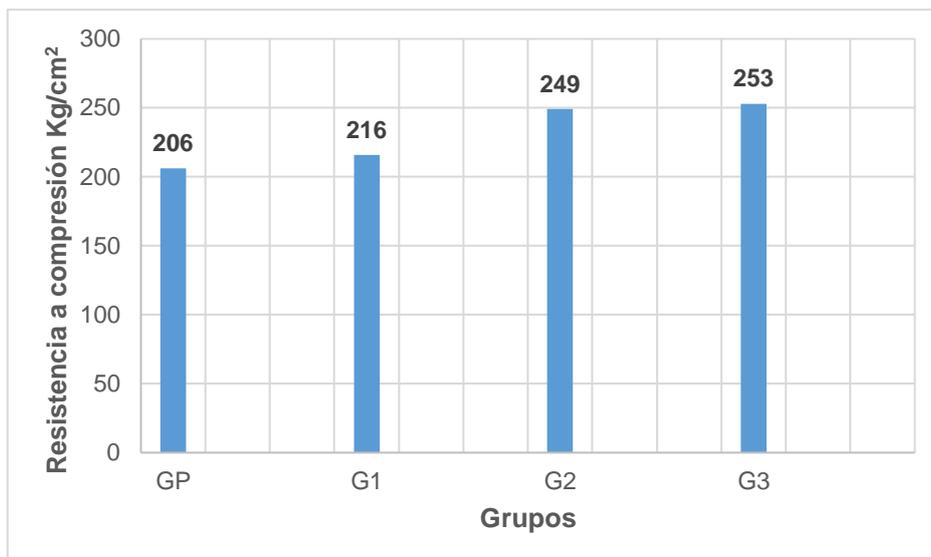


Figura 18. Resistencia a compresión a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede observar la representación de la resistencia a compresión promedio de cada grupo de concreto elaborado. Siendo el grupo patrón (GP), el que tiene menor resistencia con un valor de 206 Kg/cm². Asimismo, el grupo 1 (G1) con 216 Kg/cm², el grupo 2 (G2) con 249 Kg/cm², y el grupo 3 (G3) con 253 Kg/cm². Además, se infiere que conforme se agrega microsilíce y fibra de acero la resistencia a compresión aumenta.

Tabla 23. Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida a los 7 días

Grupo	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)	
	7 días	Porcentaje %
GP	206	100
G1	216	105
G2	249	121
G3	253	123

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se relaciona el aumento de resistencia a compresión de cada grupo con adición con respecto al grupo patrón (GP). En el grupo 1 (G1) se obtuvo un aumento del 5%, en el grupo 2 (G2) de 21%, y en el grupo 3 (G3) de 23%. De dicha tabla se infiere que es en el grupo 2 (G2), en el cual se obtiene el mayor aumento de resistencia significativa respecto a la dosificación.

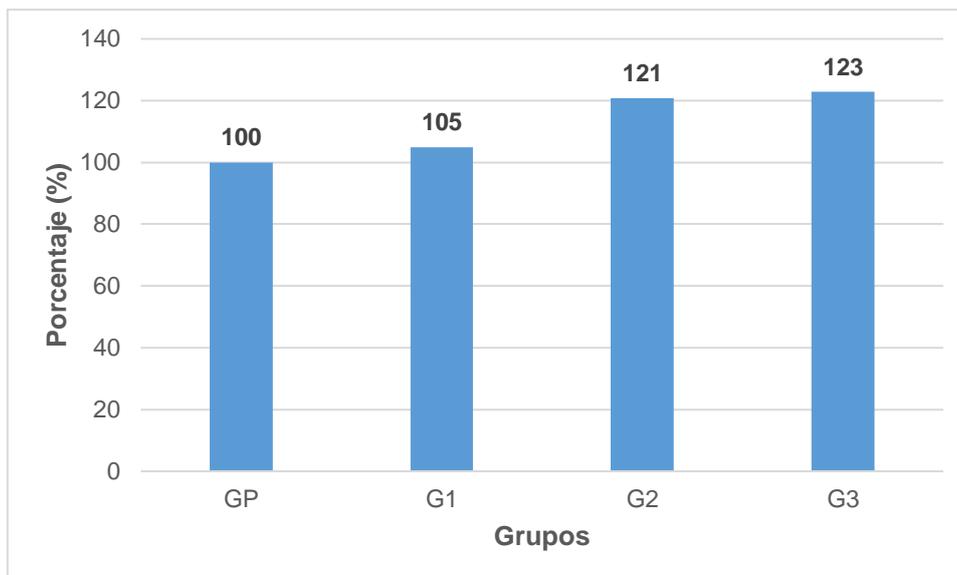


Figura 19. Resistencia a compresión a los 7 días en porcentajes.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados a los 14 días

Tabla 24. Resistencia a compresión obtenida a los 14 días

GRUPO	Resistencia especificada (Kg/cm ²)	Resistencia requerida (Kg/cm ²)	Resistencia obtenida (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
GP	210	294	253	253
	210	294	256	
	210	294	251	
G1	210	294	267	267
	210	294	264	
	210	294	269	
G2	210	294	306	306
	210	294	309	
	210	294	302	
G3	210	294	308	310
	210	294	310	
	210	294	313	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, la columna resistencia obtenida representa la resistencia a compresión obtenida en la prueba a compresión de cada probeta ensayada. Siendo el grupo patrón (GP) en el cual las tres probetas ensayadas obtienen el menor valor de resistencia 253, 256, y 251 Kg/cm², dichos valores no son muy distantes a los

del grupo 1 (G1). Al respecto del grupo en el que se obtuvo mayor resistencia que es el grupo 3 (G3) su máximo valor fue de 313 Kg/cm², dicho valor muy cercano al que se obtuvo en el grupo 2 (G2) 309 Kg/cm² en el mayor de sus 3 probetas.

Asimismo, en la columna promedio, se realizó el promedio aritmético de tres probetas ensayadas por cada grupo. Y así obtener un valor representativo de la resistencia a compresión de cada grupo.

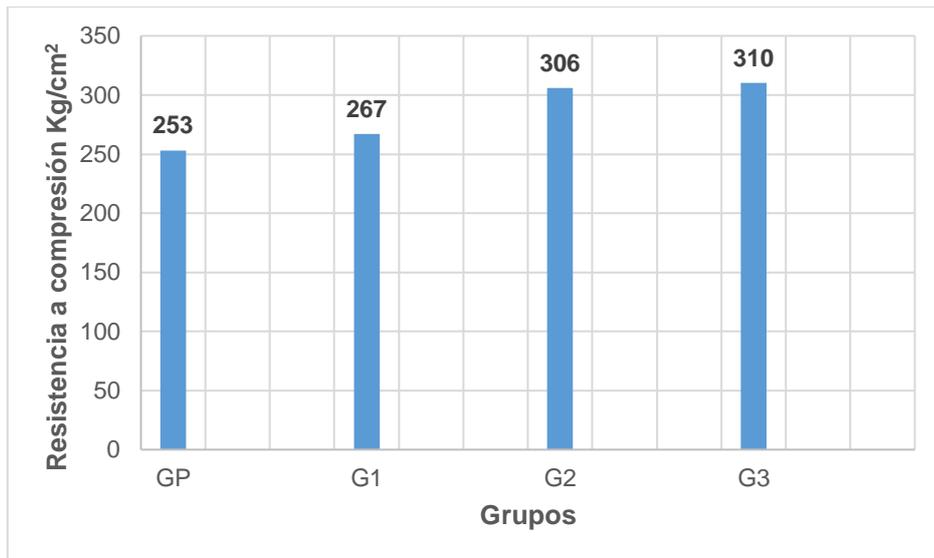


Figura 20. Resistencia a compresión a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede observar la representación de la resistencia a compresión promedio de cada grupo de concreto elaborado. Siendo el grupo patrón (GP), el que tiene menor resistencia con un valor de 253 Kg/cm². Asimismo, el grupo 1 (G1) con 267 Kg/cm², el grupo 2 (G2) con 306 Kg/cm², y el grupo 3 (G3) con 310 Kg/cm². Además, se infiere que conforme se agrega microsílíce y fibra de acero la resistencia a compresión aumenta.

Tabla 25. Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida a los 14 días

Grupo	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)	
	14 días	Porcentaje %
GP	253	100
G1	267	106
G2	306	121
G3	310	123

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se relaciona el aumento de resistencia a compresión de cada grupo con adición con respecto al grupo patrón (GP). En el grupo 1 (G1) se obtuvo un aumento del 6%, en el grupo 2 (G2) de 21%, y en el grupo 3 (G3) de 23%. De dicha tabla se infiere que es en el grupo 2 (G2), en el cual se obtiene el mayor aumento de resistencia significativa respecto a la dosificación.

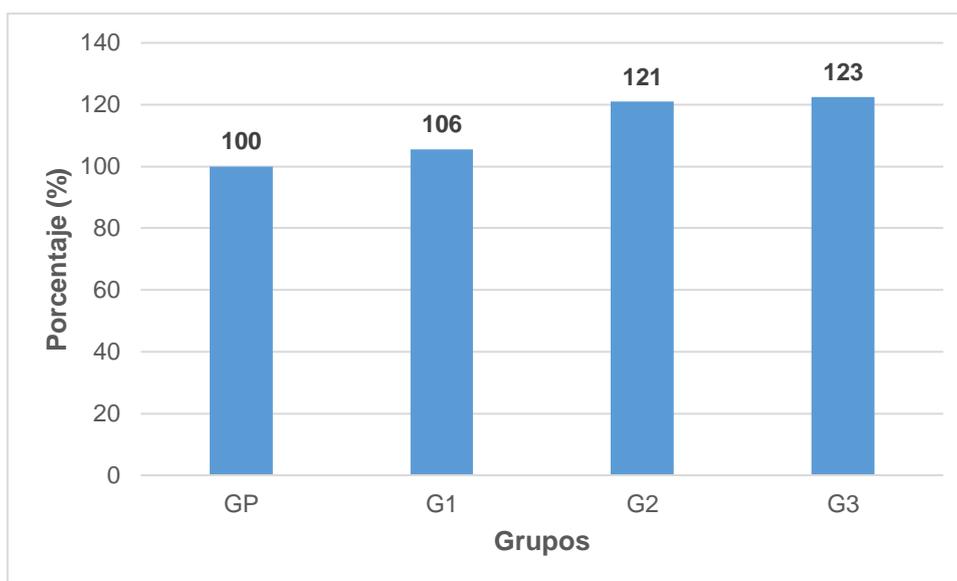


Figura 21. Resistencia a compresión a los 14 días en porcentajes.

Fuente: Elaboración propia.

Resultados a los 28 días

Tabla 26. Resistencia a compresión obtenida a los 28 días

GRUPO	Resistencia especificada (Kg/cm ²)	Resistencia requerida (Kg/cm ²)	Resistencia obtenida (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
GP	210	294	293	297
	210	294	298	
	210	294	299	
G1	210	294	305	308
	210	294	308	
	210	294	310	
G2	210	294	357	355
	210	294	356	
	210	294	352	
G3	210	294	360	362
	210	294	364	
	210	294	361	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior, la columna resistencia obtenida representa la resistencia a compresión obtenida en la prueba a compresión de cada probeta ensayada. Siendo el grupo patrón (GP) en el cual las tres probetas ensayadas obtienen el menor valor de resistencia 293, 298, y 299 Kg/cm², dichos valores no son muy distantes a los del grupo 1 (G1). Al respecto del grupo en el que se obtuvo mayor resistencia que es el grupo 3 (G3) su máximo valor fue de 364 Kg/cm², dicho valor muy cercano al que se obtuvo en el grupo 2 (G2) 357 Kg/cm² en el mayor de sus 3 probetas.

Asimismo, en la columna promedio, se realizó el promedio aritmético de tres probetas ensayadas por cada grupo. Y así obtener un valor representativo de la resistencia a compresión de cada grupo.

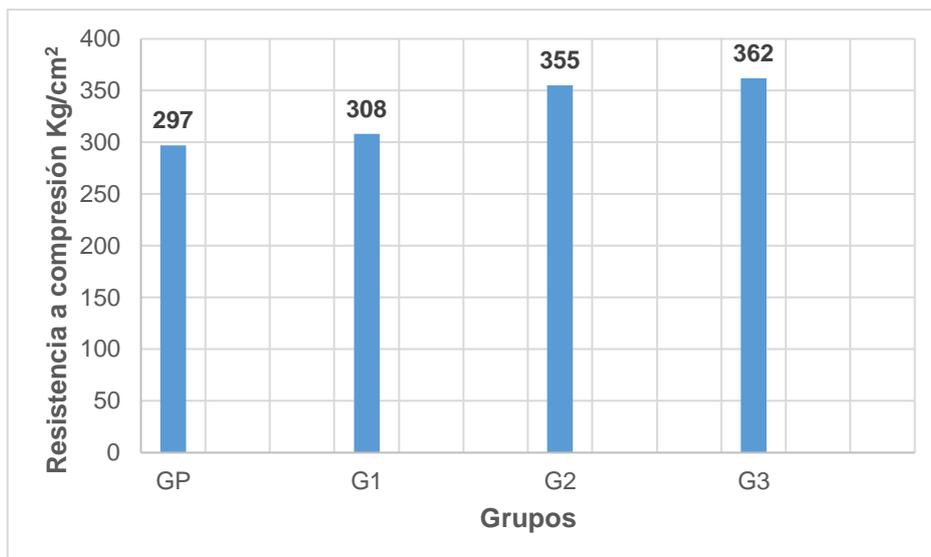


Figura 22. Resistencia a compresión a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se puede observar la representación de la resistencia a compresión promedio de cada grupo de concreto elaborado. Siendo el grupo patrón (GP), el que tiene menor resistencia con un valor de 297 Kg/cm². Asimismo, el grupo 1 (G1) con 308 Kg/cm², el grupo 2 (G2) con 355 Kg/cm², y el grupo 3 (G3) con 362 Kg/cm². Además, se infiere que conforme se agrega microsilice y fibra de acero la resistencia a compresión aumenta.

Tabla 27. Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida a los 28 días

Grupo	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)	
	28 días	Porcentaje %
GP	297	100
G1	308	104
G2	355	120
G3	362	122

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se relaciona el aumento de resistencia a compresión de cada grupo con adición con respecto al grupo patrón (GP). En el grupo 1 (G1) se obtuvo un aumento del 4%, en el grupo 2 (G2) de 20%, y en el grupo 3 (G3) de 22%. De dicha tabla se infiere que es en el grupo 2 (G2), en el cual se obtiene el mayor aumento de resistencia significativa respecto a la dosificación.

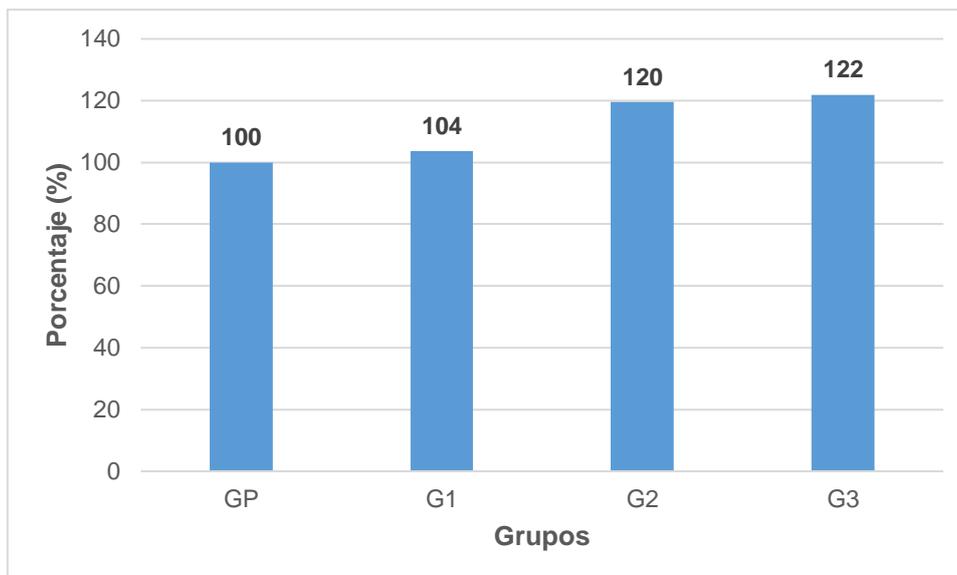


Figura 23. Resistencia a compresión a los 28 días en porcentajes.

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a compresión en general a los 7, 14 y 28 días

Tabla 28. Resistencia a compresión obtenida a los 7, 14, y 28 días

Grupo	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
GP	206	253	297
G1	216	267	308
G2	249	306	355
G3	253	310	362

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar los distintos grupos y las resistencias a compresión obtenidas a los 7, 14 y 28 días. Los cuales van desde el grupo patrón (GP) a los 7 días con un valor de 206 Kg/cm², hasta el grupo 3 (G3) con un valor de resistencia a compresión de 362 Kg/cm² a los 28 días.

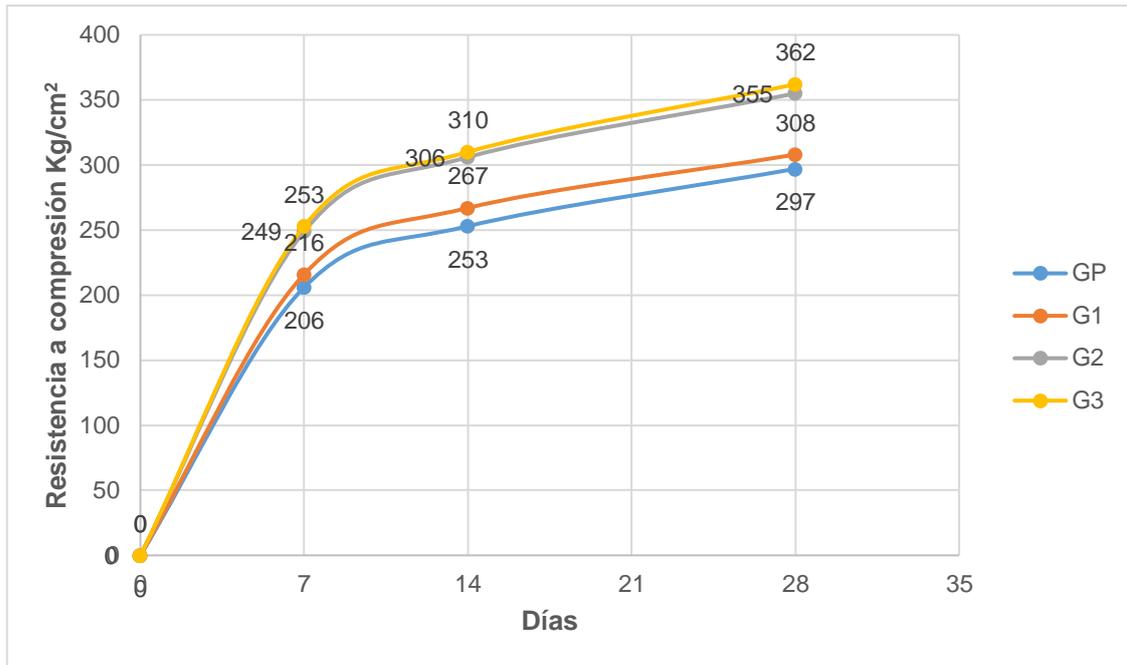


Figura 24. Curvas de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos
Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la figura anterior de la curva de resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días, se puede apreciar que los valores del grupo patrón (GP) y el grupo 1 (G1) son muy cercanos. Asimismo, se observa que más cercanos aún son los valores entre el grupo 2 (G2) y el grupo 3 (G3). Indicando esto que es el grupo 2 (G2) en el cual se encuentra el mayor salto de resistencia en relación a la dosificación proporcional brindada.

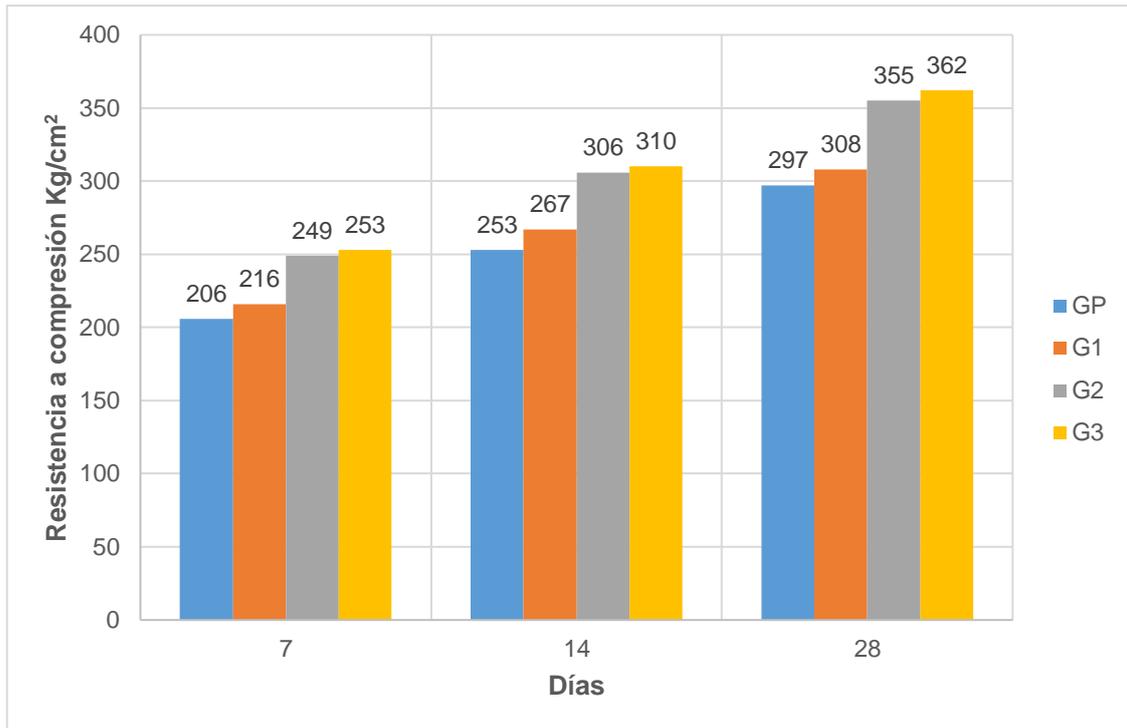


Figura 25. Columnas de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede apreciar que en la columna del grupo 2 (G2), es en el cual hay un cambio significativo de valor respecto a los otros. Siendo este grupo en el cual se aprecia mayor resistencia a compresión en relación a la dosificación respectiva.

Grupo Patrón

Se estima en relación a porcentajes las resistencias a compresión obtenidas a los 7, 14, y 28 días. Siendo los 28 días la resistencia al 100% a la cual se debe llegar.

Tabla 29. Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida del grupo Patrón (GP) a los 7, 14, y 28 días

Grupo	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
GP	206	253	297
Porcentaje %	69.4	85.2	100

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que el grupo patrón (GP) a los 7 días llega a una resistencia de 69.4%, siendo este porcentaje similar al que alcanza un concreto normal a dicha edad. Asimismo, a los 14 días alcanzó una resistencia de 85.2% que también se encuentra en el rango normal de resistencia obtenida a esa edad por un concreto normal.

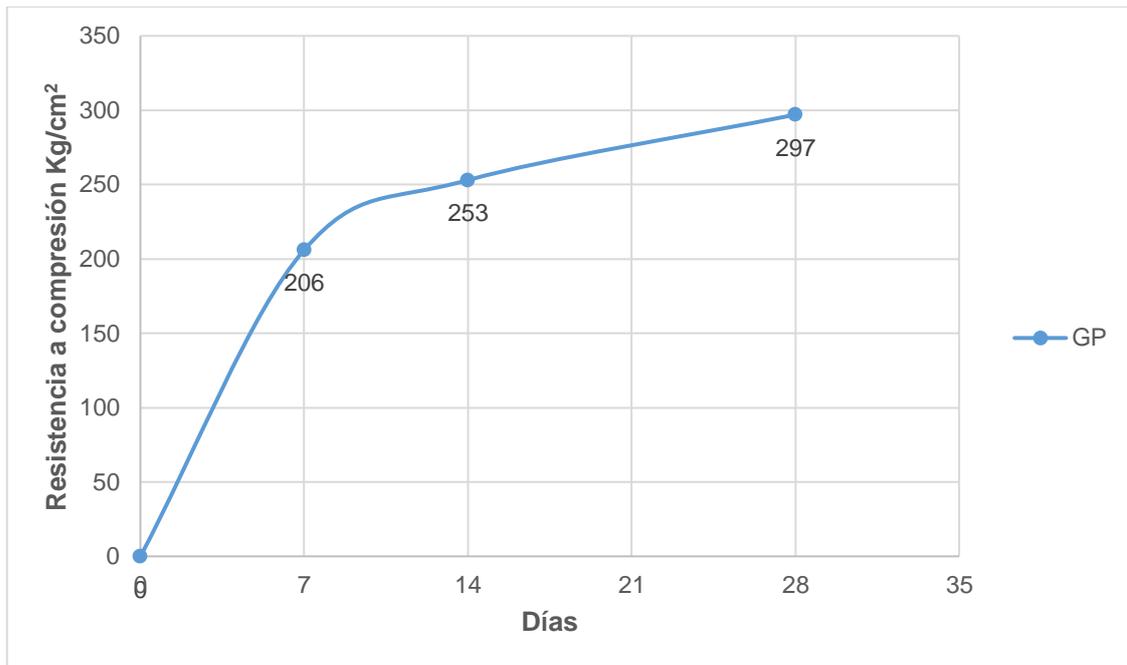


Figura 26. Curva de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días del grupo Patrón (GP)

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se aprecia la curva que forman las resistencias a compresión obtenidas del grupo patrón (GP) a los 7, 14 y 28 días, la cual tiene una pendiente más pronunciada en los primeros 7 días, ya que alcanzó a esa edad el 69.4 % de la resistencia que se obtuvo a los 28 días. Dicha curva es proporcional a la que genera un concreto normal.

Grupo 1

Tabla 30. Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida del grupo 1 (G1) a los 7, 14, y 28 días

Grupo	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
G1	216	267	308
Porcentaje %	70.1	86.7	100

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que el grupo 1 (G1) a los 7 días llega a una resistencia de 70.1%, siendo este porcentaje similar al que alcanza un concreto normal a dicha edad. Asimismo, a los 14 días alcanzó una resistencia de 86.7% que también se encuentra en el rango normal de resistencia obtenida a esa edad por un concreto normal.

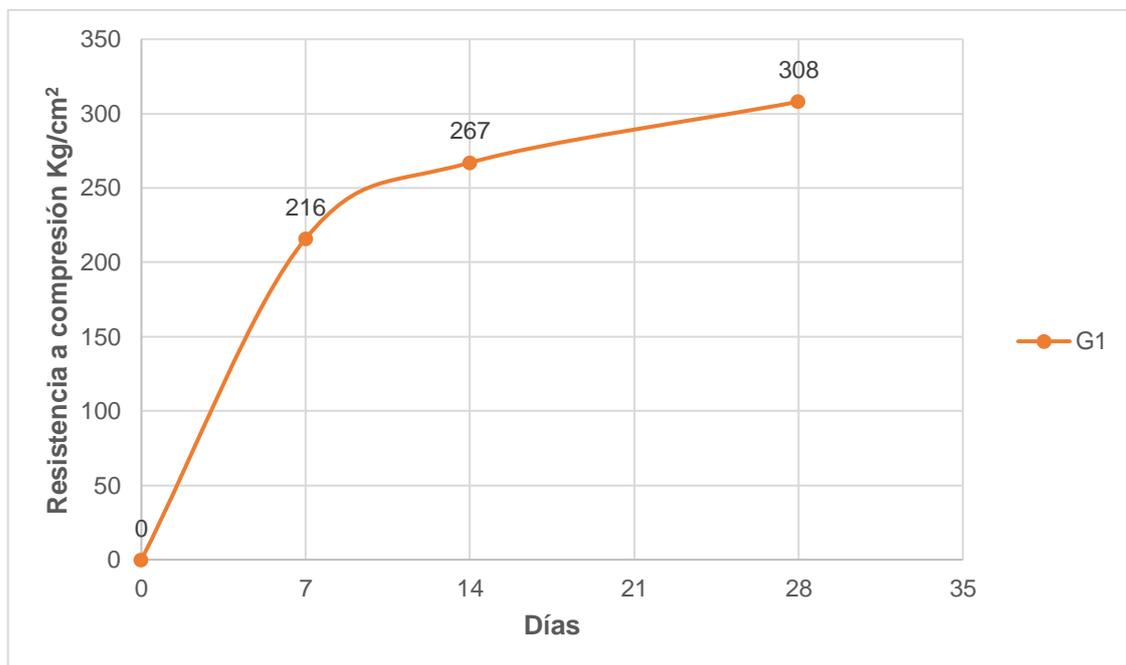


Figura 27. Curva de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días del grupo 1 (G1).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se aprecia la curva que forman las resistencias a compresión obtenidas del grupo 1 (G1) a los 7, 14 y 28 días, la cual tiene una pendiente más

pronunciada en los primeros 7 días, ya que alcanzó a esa edad el 70.1 % de la resistencia que se obtuvo a los 28 días. Dicha curva es proporcional a la que genera un concreto normal.

Grupo 2

Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida del grupo 2 (G2) a los 7, 14, y 28 días

Grupo	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
G2	249	306	355
Porcentaje %	70.1	86.2	100

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que el grupo 2 (G2) a los 7 días llega a una resistencia de 70.1%, siendo este porcentaje similar al que alcanza un concreto normal a dicha edad. Asimismo, a los 14 días alcanzó una resistencia de 86.2% que también se encuentra en el rango normal de resistencia obtenida a esa edad por un concreto normal.

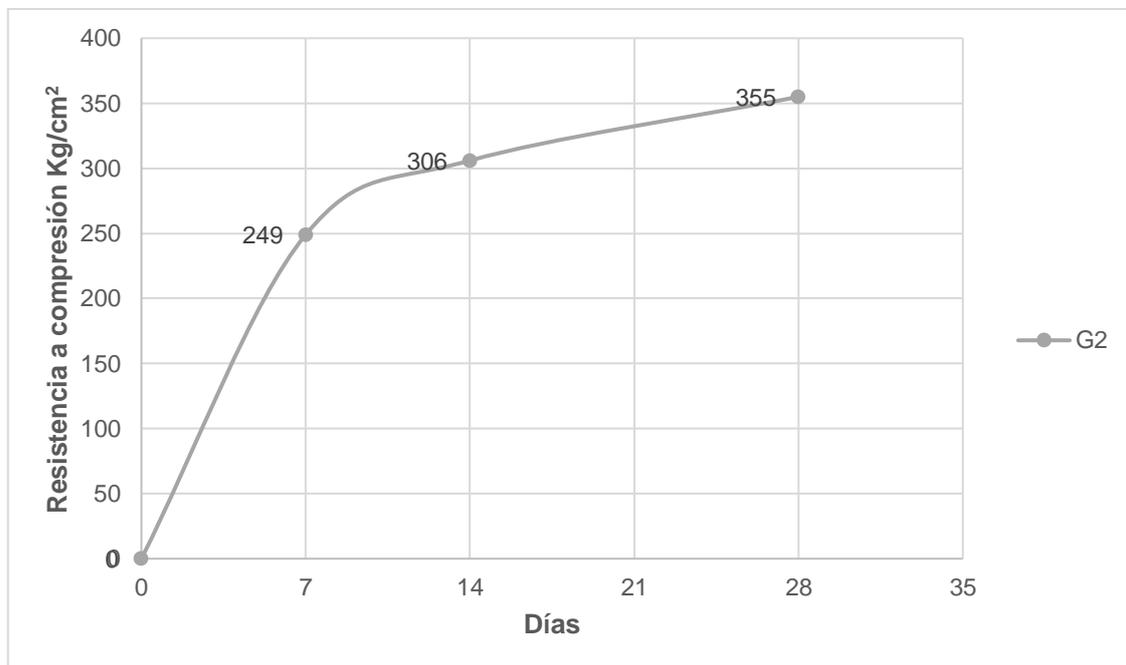


Figura 28. Curva de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días del grupo 2 (G2).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se aprecia la curva que forman las resistencias a compresión obtenidas del grupo 2 (G2) a los 7, 14 y 28 días, la cual tiene una pendiente más pronunciada en los primeros 7 días, ya que alcanzó a esa edad el 70.1 % de la resistencia que se obtuvo a los 28 días. Dicha curva es proporcional a la que genera un concreto normal.

Grupo 3

Tabla 31. Porcentajes en relación a la resistencia a compresión obtenida del grupo Patrón (GP) a los 7, 14, y 28 días

Grupo	Resistencia a compresión (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
G3	253	310	362
Porcentaje %	69.9	85.6	100

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que el grupo 3 (G3) a los 7 días llega a una resistencia de 69.9%, siendo este porcentaje similar al que alcanza un concreto normal a dicha edad. Asimismo, a los 14 días alcanzó una resistencia de 85.6% que también se encuentra en el rango normal de resistencia obtenida a esa edad por un concreto normal.

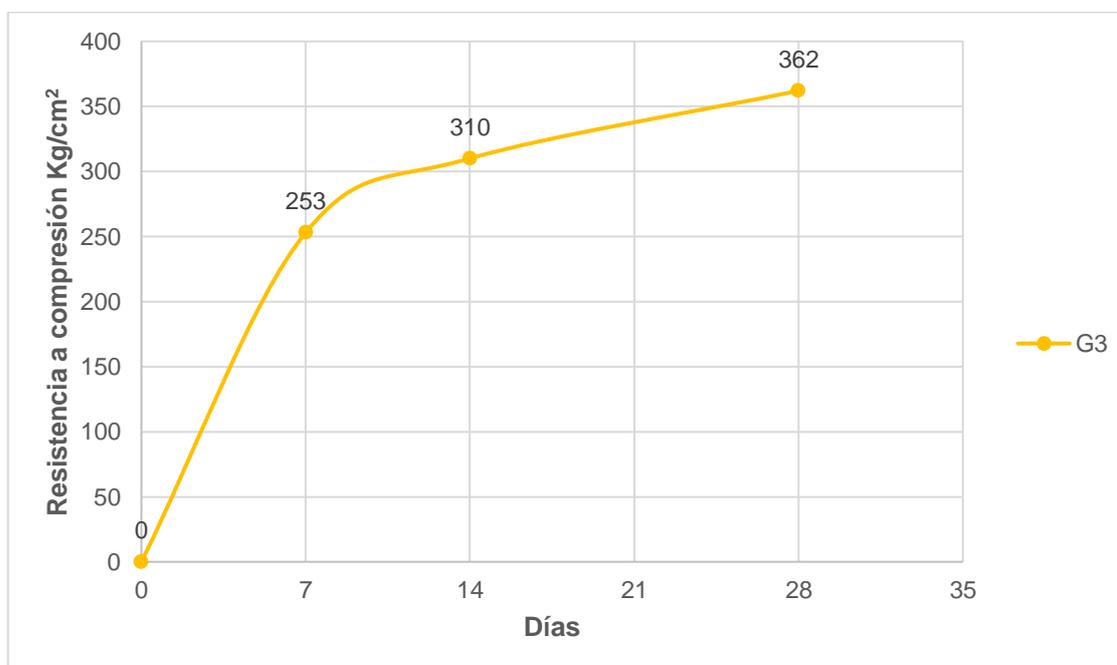


Figura 29. Curva de resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días del grupo 3 (G3).

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior, se aprecia la curva que forman las resistencias a compresión obtenidas del grupo 3 (G3) a los 7, 14 y 28 días, la cual tiene una pendiente más pronunciada en los primeros 7 días, ya que alcanzó a esa edad el 69.9 % de la resistencia que se obtuvo a los 28 días. Dicha curva es proporcional a la que genera un concreto normal

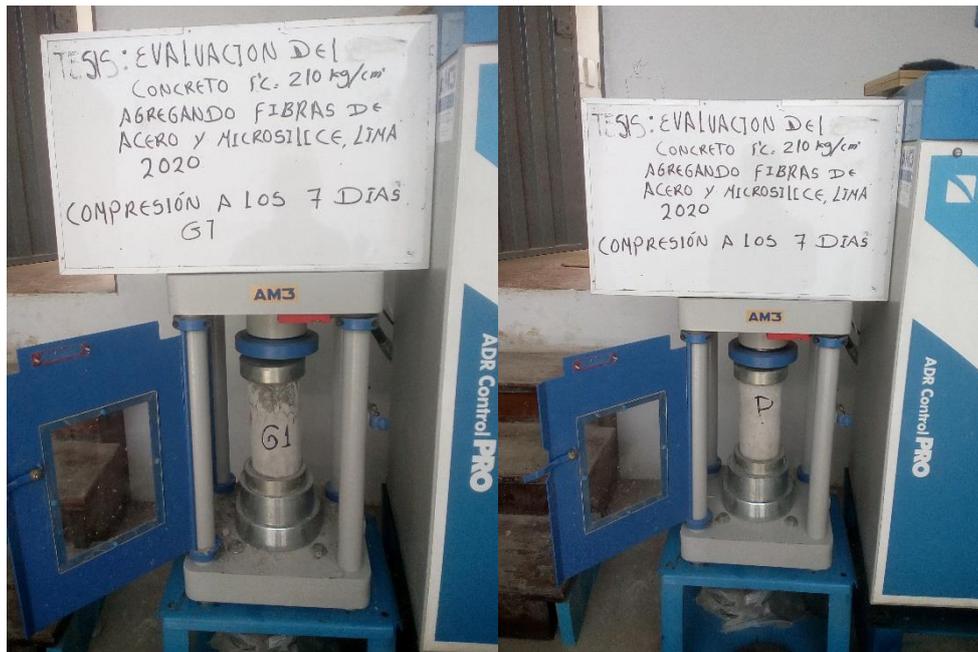


Figura 30. Prueba a compresión

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a la tracción por la prueba diametral

Resistencia a tracción por medio de la prueba diametral = $2P/\pi LD$

Donde:

P = Carga Máxima (Kg)

L = longitud (cm)

D = Diámetro (cm)

Al respecto de la prueba radial para obtener la resistencia a tracción del concreto, se realizó para comprobar y minimizar los márgenes de posibles errores.

Resistencia a la tracción por la prueba diametral a los 7 días

Tabla 32. Datos obtenidos de la prueba a tracción por el método radial, a los 7 días

GRUPO	Resistencia a tracción (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
GP	20	22
	22	
	23	
G1	23	24
	25	
	24	
G2	26	27
	25	
	29	
G3	30	32
	34	
	32	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, son los datos que se obtienen en el laboratorio de ensayo de materiales, los que se obtuvieron al realizar la prueba de resistencia a tracción por el método radial de las probetas cilíndricas, de los diversos grupos GP, G1, G2, y G3. Por ejemplo, en el grupo patrón (GP), se obtuvo la resistencia a tracción de 20, 22, y 23 Kg/cm².

Asimismo, la columna resistencia a tracción representa la resistencia a tracción obtenida en la prueba por el método radial de cada probeta ensayada. Siendo el grupo patrón (GP) en el cual las tres probetas ensayadas obtienen el menor valor de resistencia 20, 22, y 23 Kg/cm², dichos valores no son muy distantes a los del grupo 1 (G1) que alcanza un valor promedio de 24 Kg/cm². Al respecto del grupo en el que se obtuvo mayor resistencia a tracción que es el grupo 3 (G3) su valor promedio fue de 32 Kg/cm², dicho valor relativamente muy mayor al que se obtuvo en el grupo 2 (G2) 27 Kg/cm².

Así como también, en la columna promedio, se realizó el promedio aritmético de tres probetas ensayadas por cada grupo. Y así obtener un valor representativo de la resistencia a tracción por el método radial de cada grupo.

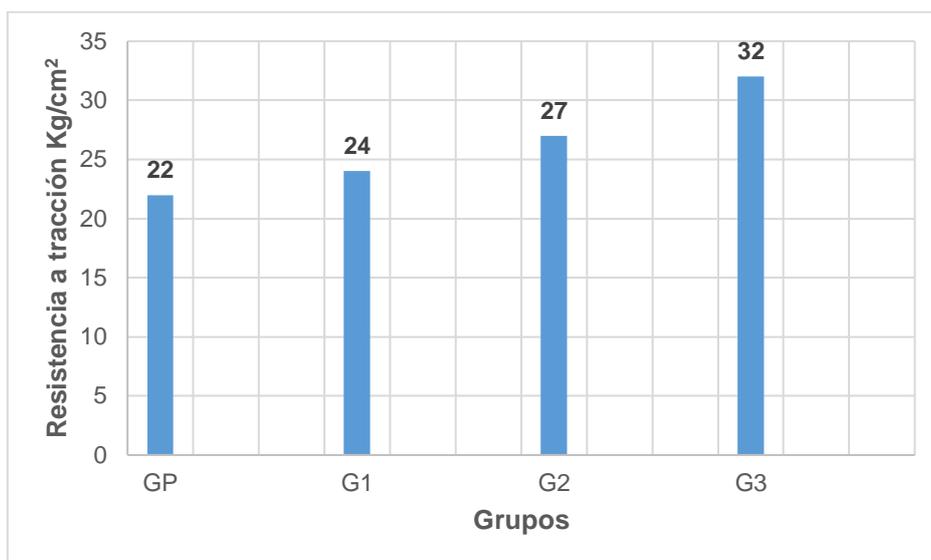


Figura 31. Resistencia a tracción por la prueba radial a los 7 días

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede observar la representación de la resistencia a tracción promedio de cada grupo de concreto elaborado. Siendo el grupo patrón (GP), el que tiene menor resistencia con un valor de 22 Kg/cm². Asimismo, el grupo 1 (G1) con 24 Kg/cm², el grupo 2 (G2) con 27 Kg/cm², y el grupo 3 (G3) con 32 Kg/cm². Además, se infiere que conforme se agrega microsilíce y fibra de acero la resistencia a compresión aumenta. Siendo este aumento de resistencia a tracción más significativo en el grupo 3 (G3).

Tabla 33. Porcentajes en relación a la resistencia a tracción obtenida a los 7 días

Grupo	Resistencia a tracción (Kg/cm ²)	
	7 días	Porcentaje %
GP	22	100
G1	24	109
G2	27	123
G3	32	145

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se relaciona el aumento de resistencia a tracción de cada grupo con adición con respecto al grupo patrón (GP). En el grupo 1 (G1) se obtuvo un aumento del 9%, en el grupo 2 (G2) de 23%, y en el grupo 3 (G3) de 45%. De dicha

tabla se infiere que es en el grupo 3 (G3), en el cual se obtiene el mayor aumento de resistencia significativa respecto a la dosificación.

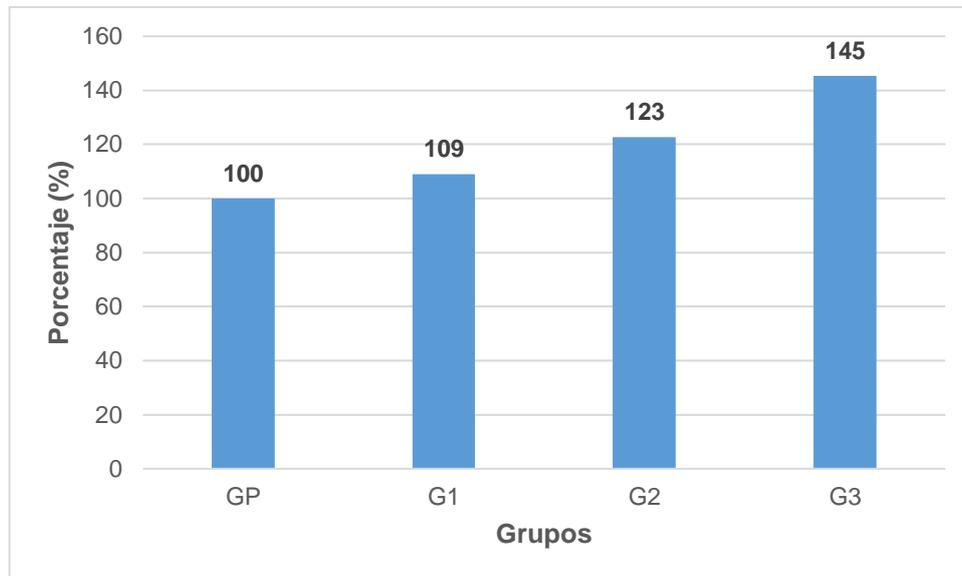


Figura 32. Resistencia a tracción por la prueba radial a los 7 días en porcentajes

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a la tracción por la prueba diametral a los 14 días

Tabla 34. Datos obtenidos de la prueba a tracción por el método radial, a los 14 días

GRUPO	Resistencia a tracción (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
GP	25	26
	27	
	27	
G1	29	29
	30	
	28	
G2	32	32
	31	
	32	
G3	37	39
	40	
	39	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, son los datos que se obtienen en el laboratorio de ensayo de materiales, los que se obtuvieron al realizar la prueba de resistencia a tracción por el método radial de las probetas cilíndricas, de los diversos grupos GP, G1, G2, y G3. Por ejemplo, en el grupo patrón (GP), se obtuvo la resistencia a tracción de 25, 27, y 27 Kg/cm².

Asimismo, la columna resistencia a tracción representa la resistencia a tracción obtenida en la prueba por el método radial de cada probeta ensayada. Siendo el grupo patrón (GP) en el cual las tres probetas ensayadas obtienen el menor valor de resistencia 25, 27, y 27 Kg/cm², dichos valores no son muy distantes a los del grupo 1 (G1) que alcanza un valor promedio de 29 Kg/cm². Al respecto del grupo en el que se obtuvo mayor resistencia a tracción que es el grupo 3 (G3) su valor promedio fue de 39 Kg/cm², dicho valor relativamente muy mayor al que se obtuvo en el grupo 2 (G2) 32 Kg/cm².

Así como también, en la columna promedio, se realizó el promedio aritmético de tres probetas ensayadas por cada grupo. Y así obtener un valor representativo de la resistencia a tracción por el método radial de cada grupo.

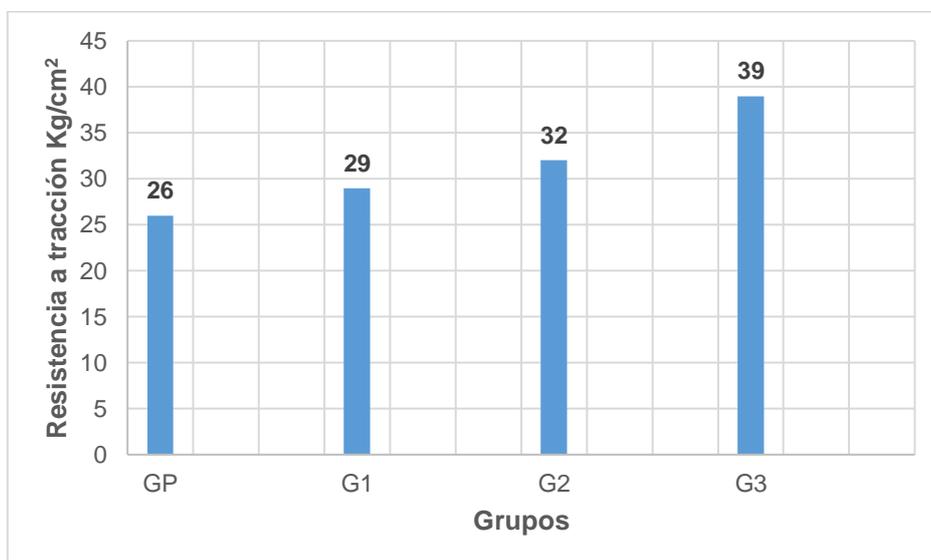


Figura 33. Resistencia a tracción por la prueba radial a los 14 días

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede observar la representación de la resistencia a tracción promedio de cada grupo de concreto elaborado. Siendo el grupo patrón (GP), el que tiene menor resistencia con un valor de 26 Kg/cm². Asimismo, el grupo 1 (G1)

con 29 Kg/cm², el grupo 2 (G2) con 32 Kg/cm², y el grupo 3 (G3) con 39 Kg/cm². Además, se infiere que conforme se agrega microsilíce y fibra de acero la resistencia a compresión aumenta. Siendo este aumento de resistencia a tracción más significativo en el grupo 3 (G3).

Tabla 35. Porcentajes en relación a la resistencia a tracción obtenida a los 14 días

Grupo	Resistencia a tracción (Kg/cm ²)	
	14 días	Porcentaje %
GP	26	100
G1	29	112
G2	32	123
G3	39	150

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se relaciona el aumento de resistencia a tracción de cada grupo con adición con respecto al grupo patrón (GP). En el grupo 1 (G1) se obtuvo un aumento del 12%, en el grupo 2 (G2) de 23%, y en el grupo 3 (G3) de 50%. De dicha tabla se infiere que es en el grupo 3 (G3), en el cual se obtiene el mayor aumento de resistencia significativa respecto a la dosificación.

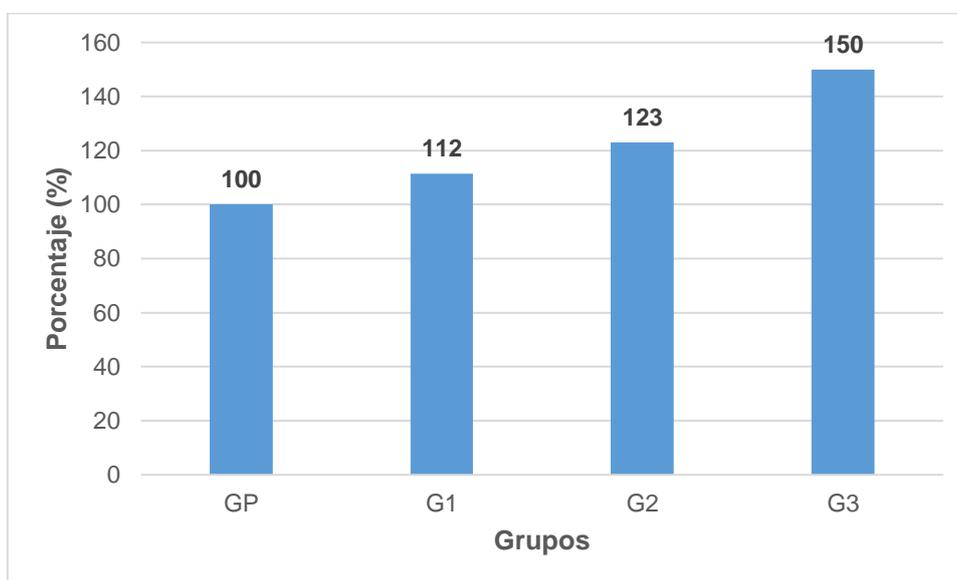


Figura 34. Resistencia a tracción por la prueba radial a los 14 días en porcentajes

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a la tracción por la prueba diametral a los 28 días

Tabla 36. Datos obtenidos de la prueba a tracción por el método radial, a los 28 días

GRUPO	Resistencia a tracción (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
GP	28	30
	32	
	31	
G1	36	34
	34	
	33	
G2	39	38
	37	
	39	
G3	44	45
	46	
	46	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, son los datos que se obtienen en el laboratorio de ensayo de materiales, los que se obtuvieron al realizar la prueba de resistencia a tracción por el método radial de las probetas cilíndricas, de los diversos grupos GP, G1, G2, y G3. Por ejemplo, en el grupo patrón (GP), se obtuvo la resistencia a tracción de 28, 32, y 31 Kg/cm².

Asimismo, la columna resistencia a tracción representa la resistencia a tracción obtenida en la prueba por el método radial de cada probeta ensayada. Siendo el grupo patrón (GP) en el cual las tres probetas ensayadas obtienen el menor valor de resistencia 28, 32, y 31 Kg/cm², dichos valores no son muy distantes a los del grupo 1 (G1) que alcanza un valor promedio de 34 Kg/cm². Al respecto del grupo en el que se obtuvo mayor resistencia a tracción que es el grupo 3 (G3) su valor promedio fue de 45 Kg/cm², dicho valor relativamente muy mayor al que se obtuvo en el grupo 2 (G2) 38 Kg/cm².

Así como también, en la columna promedio, se realizó el promedio aritmético de tres probetas ensayadas por cada grupo. Y así obtener un valor representativo de la resistencia a tracción por el método radial de cada grupo.

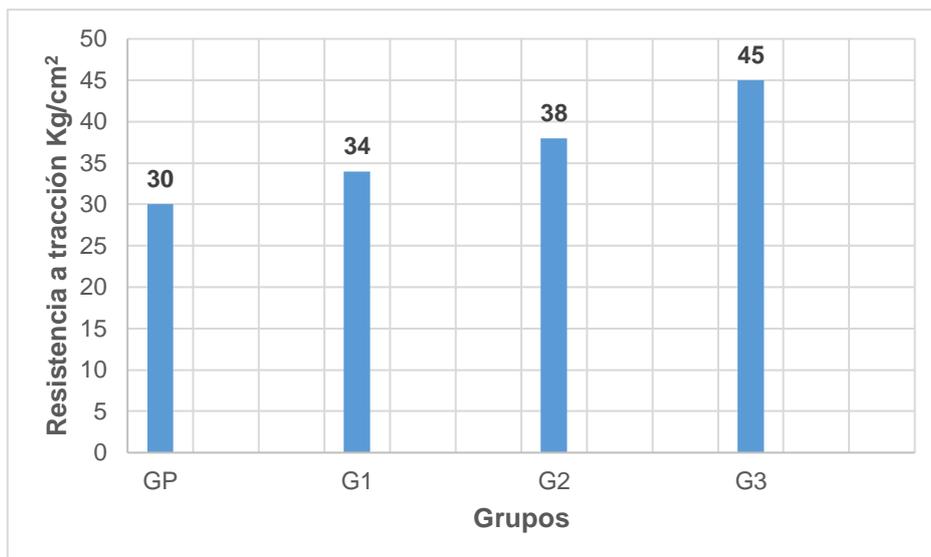


Figura 35. Resistencia a tracción por la prueba radial a los 28 días

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede observar la representación de la resistencia a tracción promedio de cada grupo de concreto elaborado. Siendo el grupo patrón (GP), el que tiene menor resistencia con un valor de 30 Kg/cm². Asimismo, el grupo 1 (G1) con 34 Kg/cm², el grupo 2 (G2) con 38 Kg/cm², y el grupo 3 (G3) con 45 Kg/cm². Además, se infiere que conforme se agrega microsilíce y fibra de acero la resistencia a compresión aumenta. Siendo este aumento de resistencia a tracción más significativo en el grupo 3 (G3).

Tabla 37. Porcentajes en relación a la resistencia a tracción obtenida a los 28 días

Grupo	Resistencia a tracción (Kg/cm ²)	
	28 días	Porcentaje %
GP	30	100
G1	34	113
G2	38	127
G3	45	150

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se relaciona el aumento de resistencia a tracción de cada grupo con adición con respecto al grupo patrón (GP). En el grupo 1 (G1) se obtuvo un aumento del 13%, en el grupo 2 (G2) de 27%, y en el grupo 3 (G3) de 50%. De

dicha tabla se infiere que es en el grupo 3 (G3), en el cual se obtiene el mayor aumento de resistencia significativa respecto a la dosificación.

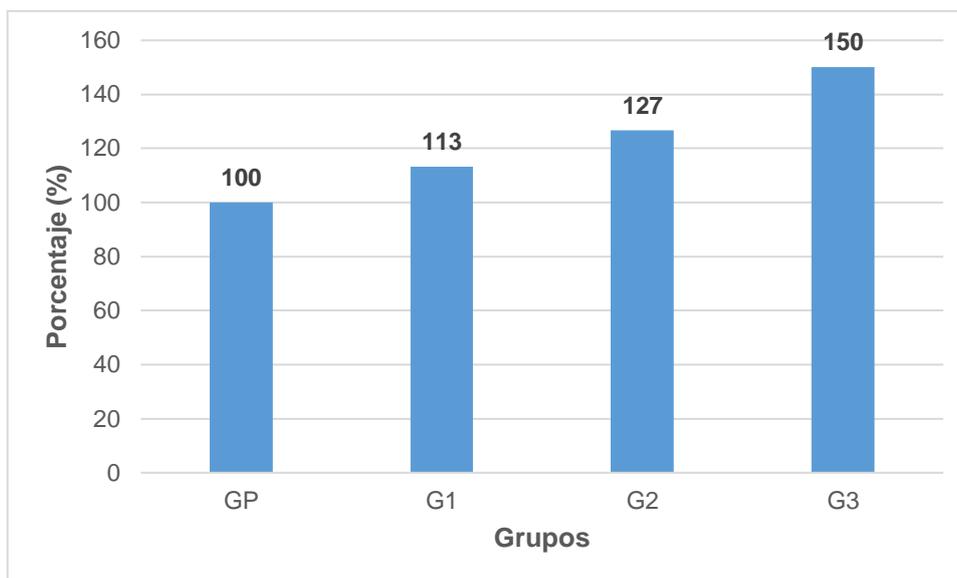


Figura 36. Resistencia a tracción por la prueba radial a los 28 días en porcentajes

Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a tracción por compresión diametral a los 7, 14 y 28 días

Tabla 38. Resistencia a tracción obtenida a los 7, 14, y 28 días

Grupo	Resistencia a tracción (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
GP	22	26	30
G1	24	29	34
G2	27	32	38
G3	32	39	45

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar los distintos grupos y las resistencias a tracción obtenidas a los 7, 14 y 28 días. Los cuales van desde el grupo patrón (GP) a los 7 días con un valor de 22 Kg/cm², hasta el grupo 3 (G3) con un valor de resistencia a tracción de 45 Kg/cm² a los 28 días.

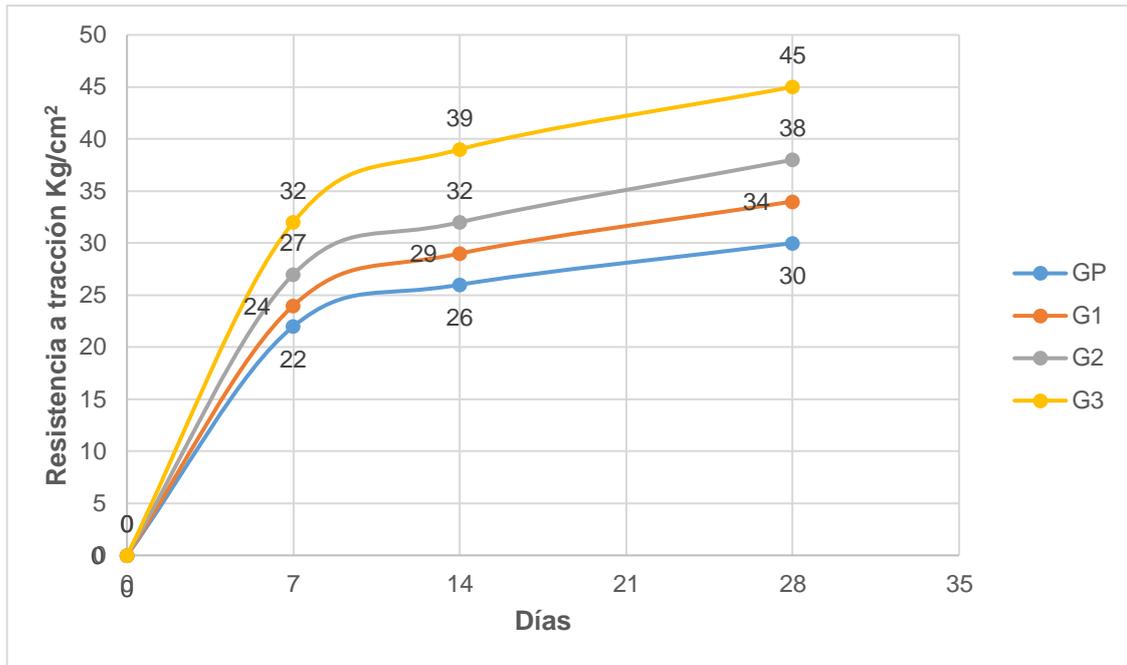


Figura 37. Curvas de resistencia a tracción a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la figura anterior de la curva de resistencia a tracción a los 7, 14 y 28 días, se puede apreciar que los valores del grupo 1 (G1) y del grupo 2 (G2) son proporcionales al respecto del aumento de fibra de acero y microsílíce en relación a la curva del grupo patrón (GP). Asimismo, cabe resaltar que la curva que forma el grupo 3 (G3), esta ligeramente más distante al resto, indicando esto que en dicho grupo se obtiene la mayor resistencia a tracción.

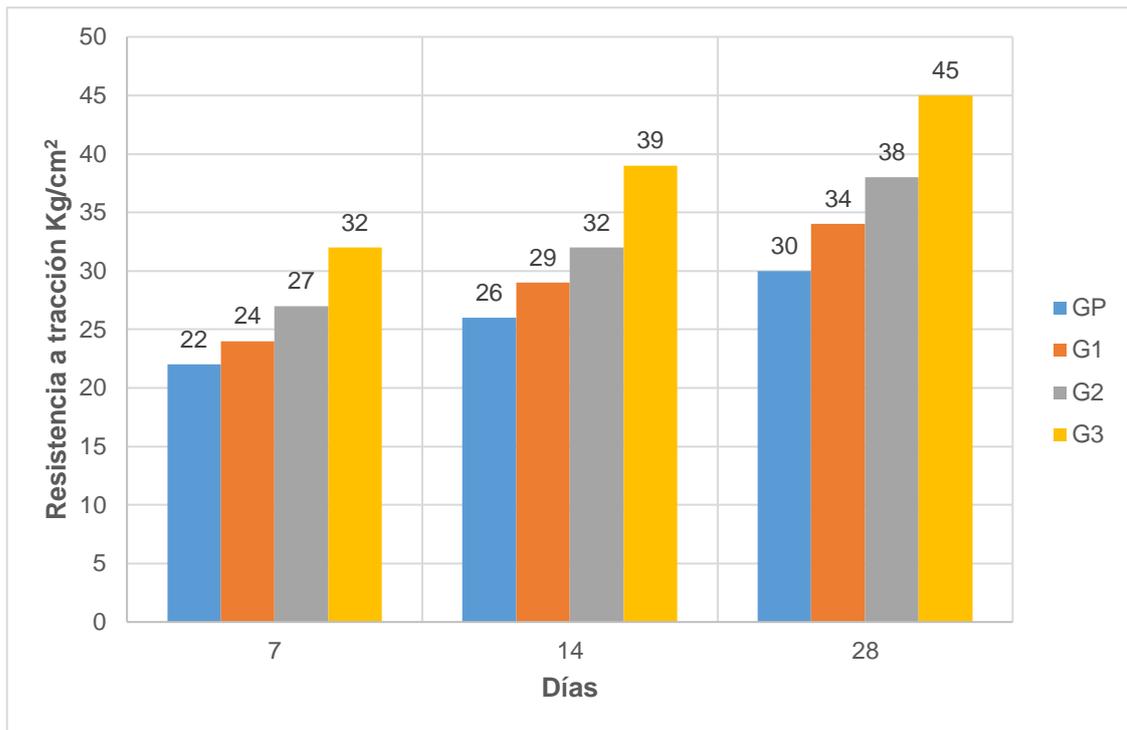


Figura 38. Columnas de resistencia a tracción a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede apreciar que en la columna del grupo 3 (G3), es en el cual hay un cambio significativo de valor respecto a los otros. Siendo este grupo en el cual se aprecia mayor resistencia a tracción en relación a la dosificación respectiva.



Figura 39. Prueba a tracción
Fuente: Elaboración propia.

Resistencia a la flexión, módulo de ruptura

Resistencia a tracción por flexión también conocido como el módulo de ruptura y se determina mediante el método de ensayo ASTM C78 cuando la carga se aplica en los tercios de la luz libre.

$$\text{Módulo de ruptura} = PL/(bd^2)$$

Donde:

P = Carga Máxima de Flexión (Kg)

L = Distancia entre Apoyos (cm)

b = Ancho (cm)

d = Altura (cm)

Los ensayos fueron realizados para la edad 7, 14 y 28 días.

Módulo de ruptura resultados a los 7 días

Tabla 39. Datos obtenidos de la prueba a tracción por flexión en vigas, a los 7 días

GRUPO	Módulo de ruptura (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
GP	23	23
	22	
G1	27	27
	26	
G2	29	28
	26	
G3	40	38
	35	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, son los que se obtuvieron en la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) de las probetas prismáticas (vigas), de los diversos grupos GP, G1, G2, y G3. Por ejemplo, en el grupo patrón (GP), se obtiene un módulo de ruptura promedio de 23 Kg/cm².

El Módulo de ruptura representa la resistencia a tracción por flexión obtenida en la prueba a flexión de cada viga ensayada. Siendo el grupo patrón (GP) en el cual las dos vigas ensayadas obtienen el valor de módulo de ruptura 23 Kg/cm² y 22 Kg/cm². Asimismo, en el grupo 1 (G1) se obtuvieron valores de 27 Kg/cm² y 26 Kg/cm². Además, en el grupo 2 (G2) se obtienen resistencias siendo los valores obtenidos de 29 Kg/cm² y 26 Kg/cm². Así como también, en el grupo 3 (G3) se obtuvieron valores mucho mayores, siendo dichos valores obtenidos de 40 Kg/cm² y 35 Kg/cm².

Además, en la columna promedio, se realizó el promedio aritmético de dos probetas prismáticas (vigas) ensayadas por cada grupo. Y así obtener un valor representativo de la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) de cada grupo.

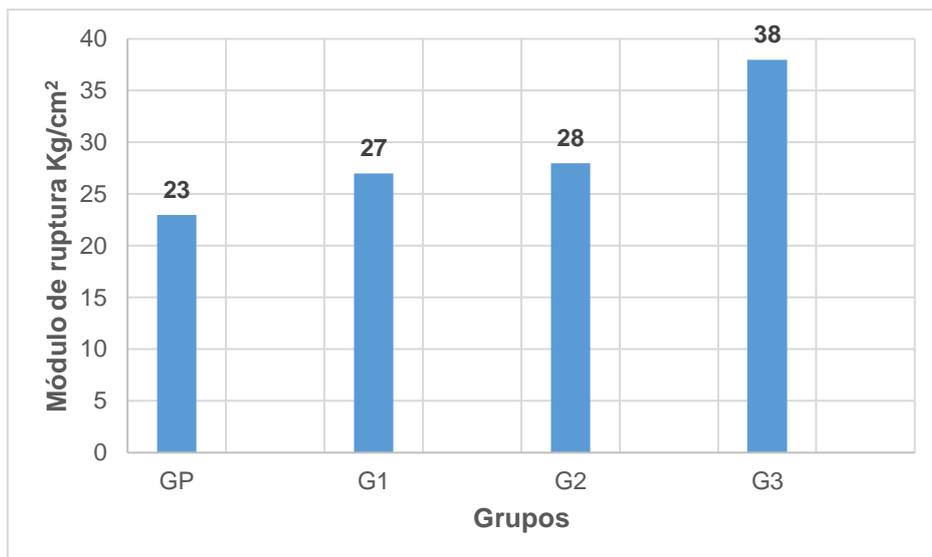


Figura 40. Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede observar la representación de la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) promedio de cada grupo de concreto elaborado. Siendo el grupo patrón (GP), el que tiene menor resistencia con un valor de 23 Kg/cm². Asimismo, el grupo 1 (G1) con 27 Kg/cm², el grupo 2 (G2) con 28 Kg/cm² y el grupo 3 (G3) con 38 Kg/cm². Además, se infiere que conforme se agrega microsílíce y fibra de acero la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) aumenta.

Tabla 40. Módulo de ruptura en porcentaje en relación al grupo patrón a los 7 días

Grupo	Módulo de ruptura (Kg/cm ²)	
	7 días	Porcentaje %
GP	23	100
G1	27	117
G2	28	122
G3	38	165

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se relaciona el aumento de resistencia del módulo de ruptura de cada grupo con adición con respecto al grupo patrón (GP). En el grupo 1 (G1) se obtuvo un aumento del 17%, en el grupo 2 (G2) de 22%, y en el grupo 3 (G3) de

65%. De dicha tabla se infiere que es en el grupo 3 (G3), en el cual se obtiene el mayor aumento de resistencia significativa respecto a la dosificación.

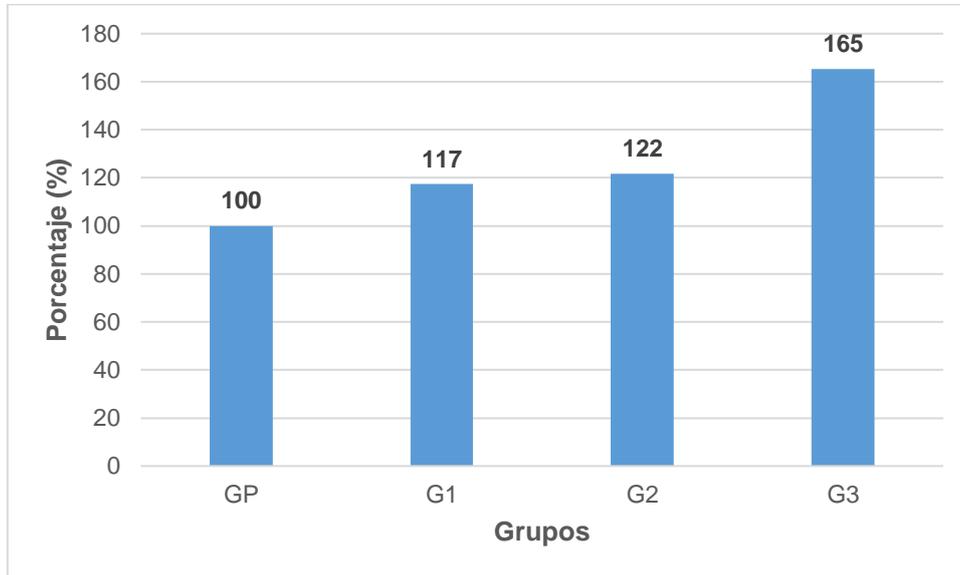


Figura 41. Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 7 días en porcentajes

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de ruptura resultados a los 14 días

Tabla 41. Datos obtenidos de la prueba a tracción por flexión en vigas, a los 14 días

GRUPO	Módulo de ruptura (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
GP	27	28
	28	
G1	33	33
	32	
G2	35	35
	34	
G3	48	46
	44	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, son los que se obtuvieron en la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) de las probetas primaticas (vigas), de los diversos

grupos GP, G1, G2, y G3. Por ejemplo, en el grupo patrón (GP), se obtiene un módulo de ruptura promedio de 28 Kg/cm².

El Módulo de ruptura representa la resistencia a tracción por flexión obtenida en la prueba a flexión de cada viga ensayada. Siendo el grupo patrón (GP) en el cual las dos vigas ensayadas obtienen el valor de módulo de ruptura 27 Kg/cm² y 28 Kg/cm². Asimismo, en el grupo 1 (G1) se obtuvieron valores de 33 Kg/cm² y 32 Kg/cm². Además, en el grupo 2 (G2) se obtienen resistencias siendo los valores obtenidos de 35 Kg/cm² y 34 Kg/cm². Así como también, en el grupo 3 (G3) se obtuvieron valores mucho mayores, siendo dichos valores obtenidos de 48 Kg/cm² y 44 Kg/cm².

Además, en la columna promedio, se realizó el promedio aritmético de dos probetas prismáticas (vigas) ensayadas por cada grupo. Y así obtener un valor representativo de la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) de cada grupo.

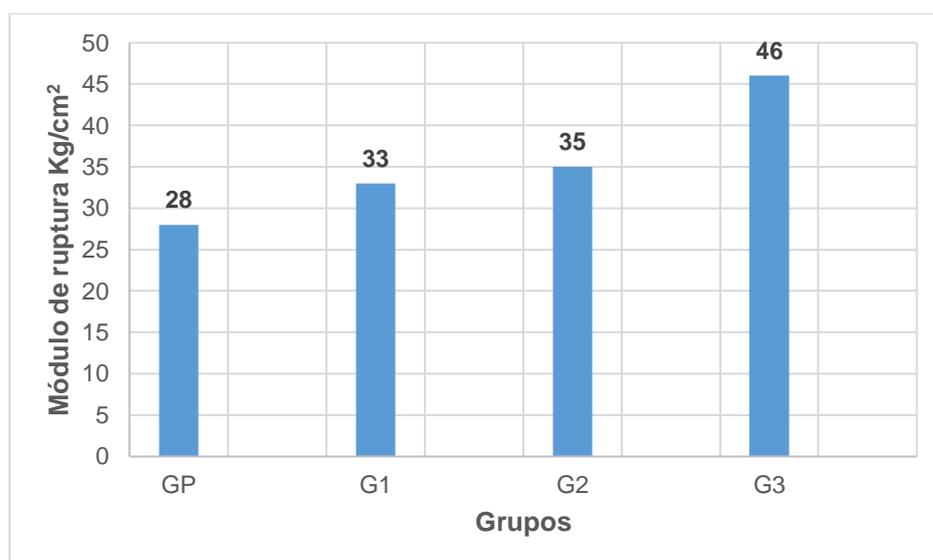


Figura 42. Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede observar la representación de la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) promedio de cada grupo de concreto elaborado. Siendo el grupo patrón (GP), el que tiene menor resistencia con un valor de 28 Kg/cm². Asimismo, el grupo 1 (G1) con 33 Kg/cm², el grupo 2 (G2) con 35 Kg/cm² y el grupo 3 (G3) con 46 Kg/cm². Además, se infiere que conforme se agrega

microsílice y fibra de acero la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) aumenta.

Tabla 42. Módulo de ruptura en porcentaje en relación al grupo patrón a los 14 días

Grupo	Módulo de ruptura (Kg/cm ²)	
	14 días	Porcentaje %
GP	28	100
G1	33	118
G2	35	125
G3	46	164

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se relaciona el aumento de resistencia del módulo de ruptura de cada grupo con adición con respecto al grupo patrón (GP). En el grupo 1 (G1) se obtuvo un aumento del 18%, en el grupo 2 (G2) de 25%, y en el grupo 3 (G3) de 64%. De dicha tabla se infiere que es en el grupo 3 (G3), en el cual se obtiene el mayor aumento de resistencia significativa respecto a la dosificación.

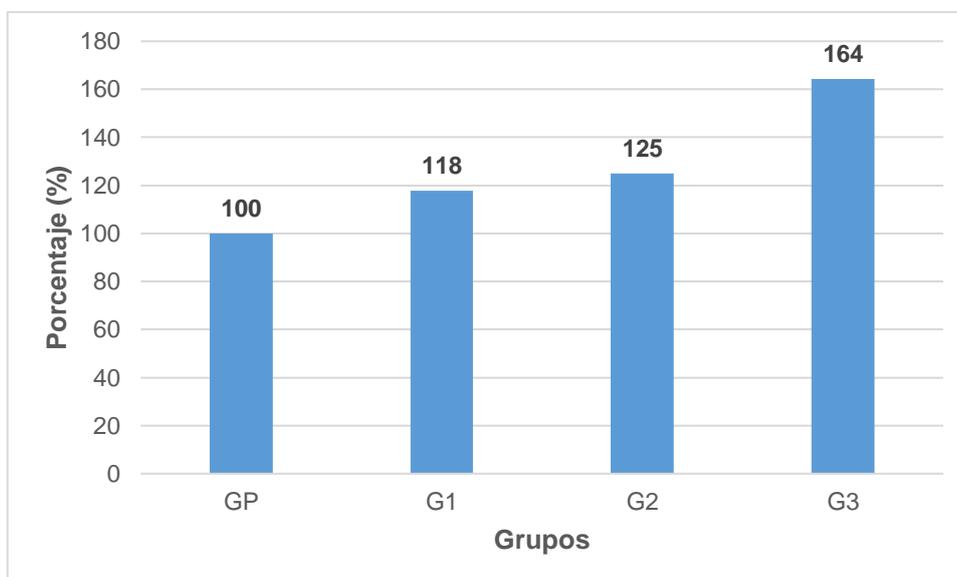


Figura 43. Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 14 días en porcentajes

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de ruptura resultados a los 28 días

Tabla 43. Datos obtenidos de la prueba a tracción por flexión en vigas, a los 28 días

GRUPO	Módulo de ruptura (Kg/cm ²)	Promedio (Kg/cm ²)
GP	33	33
	32	
G1	38	38
	38	
G2	41	40
	38	
G3	56	55
	53	

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, son los que se obtuvieron en la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) de las probetas prismáticas (vigas), de los diversos grupos GP, G1, G2, y G3. Por ejemplo, en el grupo patrón (GP), se obtiene un módulo de ruptura promedio de 33 Kg/cm².

El Módulo de ruptura representa la resistencia a tracción por flexión obtenida en la prueba a flexión de cada viga ensayada. Siendo el grupo patrón (GP) en el cual las dos vigas ensayadas obtienen el valor de módulo de ruptura 33 Kg/cm² y 32 Kg/cm². Asimismo, en el grupo 1 (G1) se obtuvieron valores de 38 Kg/cm² y 38 Kg/cm². Además, en el grupo 2 (G2) se obtienen resistencias siendo los valores obtenidos de 41 Kg/cm² y 38 Kg/cm². Así como también, en el grupo 3 (G3) se obtuvieron valores mucho mayores, siendo dichos valores obtenidos de 56 Kg/cm² y 53 Kg/cm².

Además, en la columna promedio, se realizó el promedio aritmético de dos probetas prismáticas (vigas) ensayadas por cada grupo. Y así obtener un valor representativo de la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) de cada grupo.

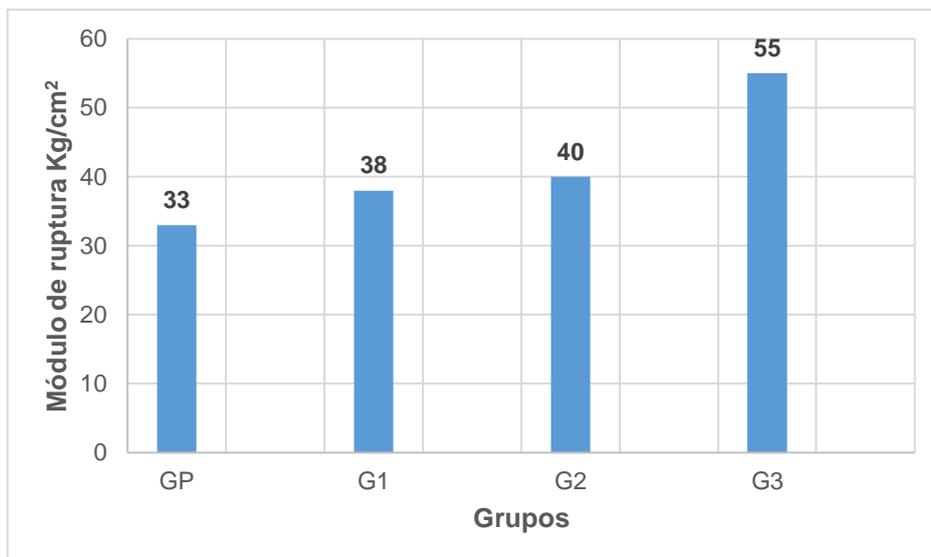


Figura 44. Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede observar la representación de la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) promedio de cada grupo de concreto elaborado. Siendo el grupo patrón (GP), el que tiene menor resistencia con un valor de 33 Kg/cm². Asimismo, el grupo 1 (G1) con 38 Kg/cm², el grupo 2 (G2) con 40 Kg/cm² y el grupo 3 (G3) con 55 Kg/cm². Además, se infiere que conforme se agrega microsílíce y fibra de acero la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) aumenta.

Tabla 44. Módulo de ruptura en porcentaje en relación al grupo patrón a los 28 días

Grupo	Módulo de ruptura (Kg/cm ²)	
	28 días	Porcentaje %
GP	33	100
G1	38	115
G2	40	121
G3	55	167

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se relaciona el aumento de resistencia del módulo de ruptura de cada grupo con adición con respecto al grupo patrón (GP). En el grupo 1 (G1) se obtuvo un aumento del 15%, en el grupo 2 (G2) de 21%, y en el grupo 3 (G3) de

67%. De dicha tabla se infiere que es en el grupo 3 (G3), en el cual se obtiene el mayor aumento de resistencia significativa respecto a la dosificación.

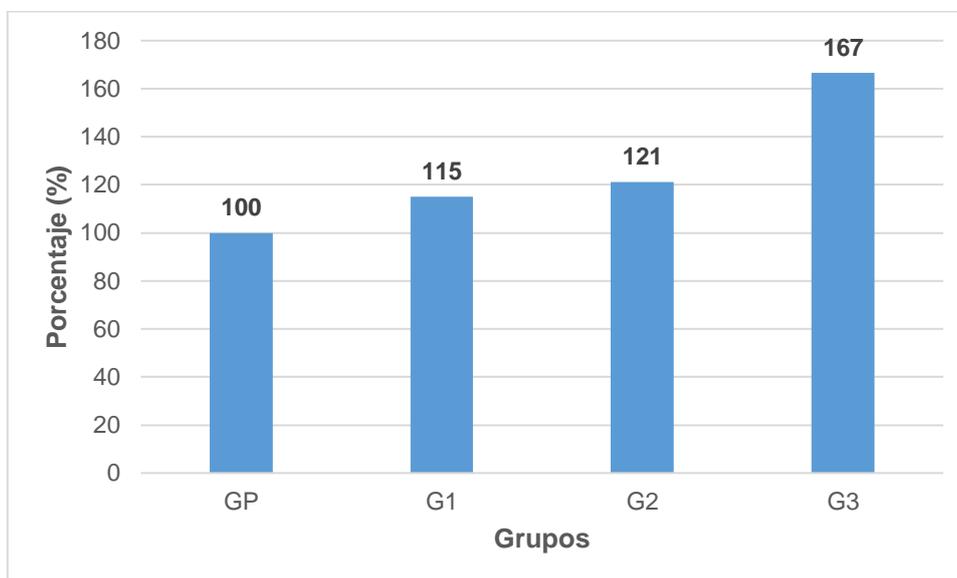


Figura 45. Resistencia a la tracción por flexión (módulo de ruptura) a los 28 días en porcentajes

Fuente: Elaboración propia.

Módulo de ruptura a los 7, 14 y 28 días

Tabla 45. Módulo de ruptura obtenido a los 7, 14, y 28 días

Grupo	Módulo de ruptura (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
GP	23	28	33
G1	27	33	38
G2	28	35	40
G3	38	46	55

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar los distintos grupos y los módulos de ruptura obtenidos a los 7, 14 y 28 días. Los cuales van desde el grupo patrón (GP) a los 7 días con un valor de 23 Kg/cm², hasta el grupo 3 (G3) con un valor de resistencia a tracción de 55 Kg/cm² a los 28 días.

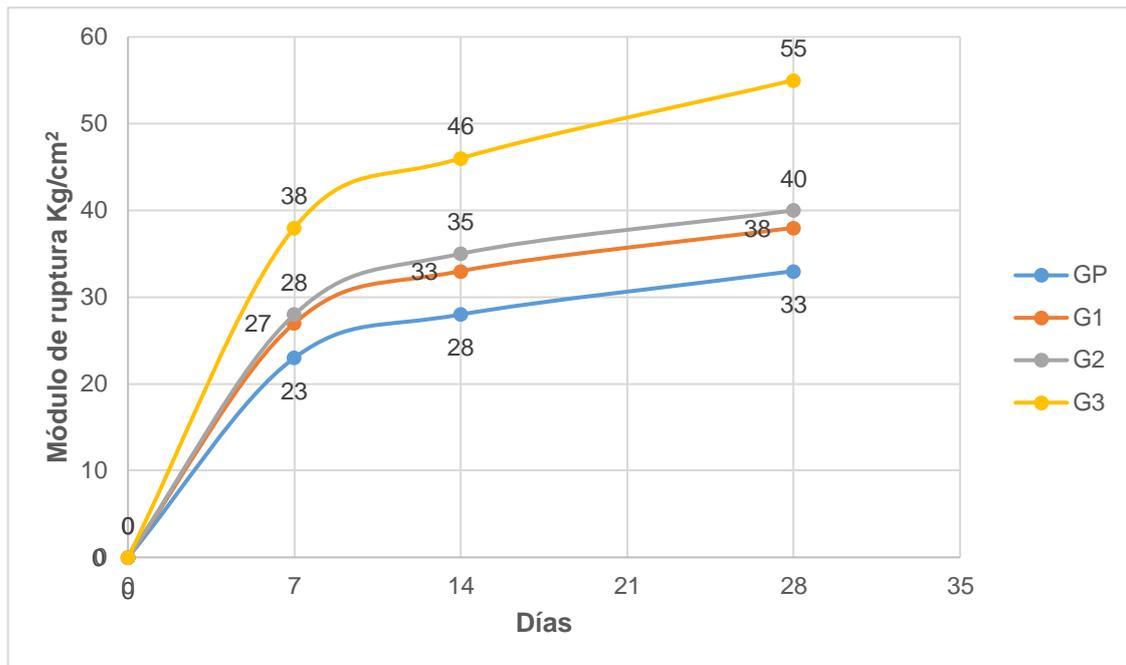


Figura 46. Módulo de ruptura a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la figura anterior de la curva que forman los valores del módulo de ruptura de los todos grupos a los 7, 14 y 28 días, se puede apreciar que los valores del grupo 1 (G1) y del grupo 2 (G2) son proporcionales al respecto del aumento de fibra de acero y microsílíce en relación a la curva del grupo patrón (GP). Asimismo, cabe resaltar que la curva que forma el grupo 3 (G3), está ligeramente más distante al resto, indicando esto que en dicho grupo se obtiene el mayor módulo de ruptura.

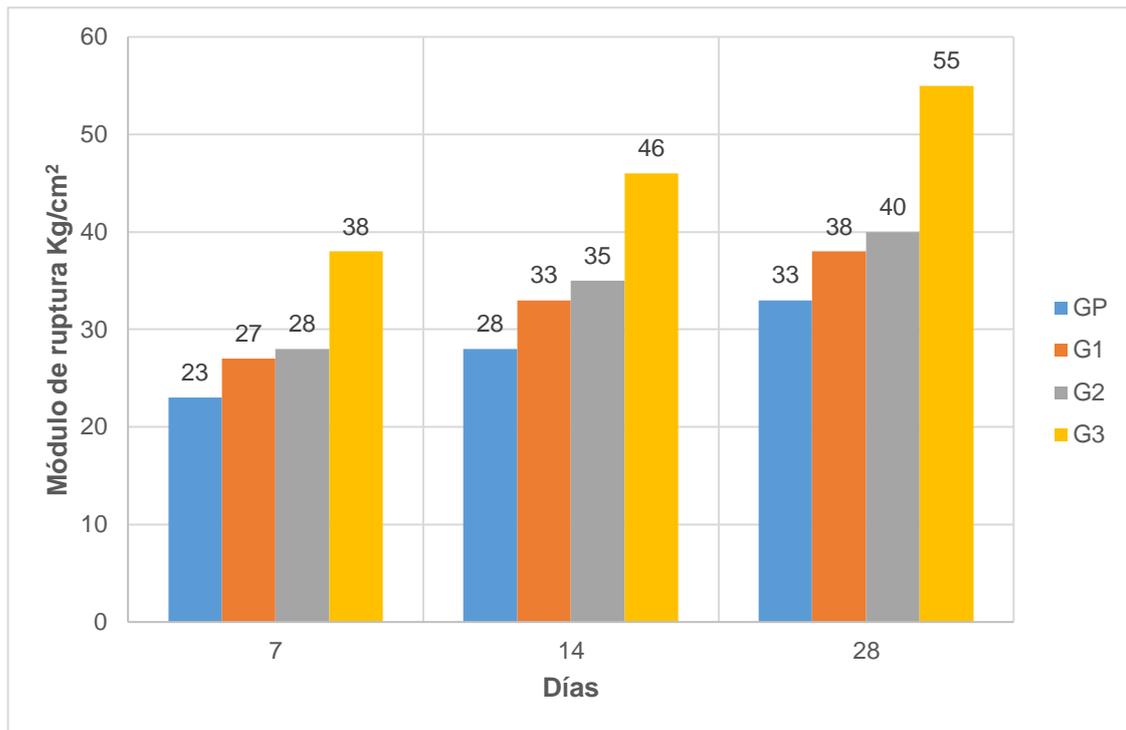


Figura 47. Módulo de ruptura a los 7, 14, y 28 días de todos los grupos

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se puede apreciar que en la columna del grupo 3 (G3), es en el cual hay un cambio significativo de valor respecto a los otros. Siendo este grupo en el cual se aprecia mayor módulo de ruptura en relación a la dosificación respectiva.



Figura 48. Vigas ensayadas a flexión

Fuente: Elaboración propia.

Prueba estadística de los resultados obtenidos a compresión

Para realizar la prueba paramétrica de ANOVA se tiene que primero analizar si la variable tiene distribución normal. Al respecto de la prueba de normalidad sirve para conocer si los datos se comportan de manera normal, al ser los datos de la prueba de resistencia a compresión menores a 50 ensayos, entonces, se considera la prueba de Shapiro-Wilk, la cual indica si los datos recolectados tienen distribución normal o no.

Tabla 46. Prueba de Normalidad de los resultados a compresión.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
GRUPO PATRON	0.328	3		0.871	3	0.298
1 % FIBRA DE ACERO 5 % MICROSILICE	0.219	3		0.987	3	0.780
1.5 % FIBRA DE ACERO 7.5 % MICROSILICE	0.314	3		0.893	3	0.363
2 % FIBRA DE ACERO 10 % MICROSILICE	0.292	3		0.923	3	0.463

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, se considera la sección con el análisis realizado a través de la prueba de Shapiro-Wilk, se puede apreciar en la columna Sig que todos los valores son mayores a 0.05, por lo tanto, nuestros datos recolectados si se comportan con distribución normal, y esto conlleva a que si se puede utilizar la prueba paramétrica de ANOVA.

Ho: No existe diferencia significativa entre los grupos respecto a la resistencia a compresión.

H1: Si existe diferencia significativa entre los grupos respecto a la resistencia a compresión.

Tabla 47. Datos descriptivos generales de los resultados a compresión.

Descriptivos								
Resistencia a compresión								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
GP	3	296.6667	3.21455	1.85592	288.6813	304.6521	293.00	299.00
G1	3	307.6667	2.51661	1.45297	301.4151	313.9183	305.00	310.00
G2	3	355.0000	2.64575	1.52753	348.4276	361.5724	352.00	357.00
G3	3	361.6667	2.08167	1.20185	356.4955	366.8378	360.00	364.00
Total	12	330.2500	29.79971	8.60244	311.3162	349.1838	293.00	364.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. ANOVA de los resultados a compresión.

ANOVA					
Resistencia a compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9712.250	3	3237.417	462.488	0.000
Dentro de grupos	56.000	8	7.000		
Total	9768.250	11			

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, se tiene un valor de 0.000 que es menor a 0.05, entonces se acepta H1 la hipótesis del investigador, que indica que, si existe diferencia significativa entre los grupos, interpretando según a los resultados de resistencia a compresión analizados, este valor de Sig. indica que, entre todos los grupos GP, G1, G2 y G3, con porcentaje distinto de adición de fibra de acero y microsílíce existe diferencia significativa de las resistencias obtenidas.

Ahora para conocer cuál de ellos produce mayor diferencia significativa con respecto al resto y así conocer cual brinda mayor beneficio se analizará con la prueba de Tukey.

Tabla 49. Tukey de los resultados a compresión.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a compresión						
HSD Tukey						
(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GP	G1	-11,00000 [*]	2.16025	0.004	-17.9179	-4.0821
	G2	-58,33333 [*]	2.16025	0.000	-65.2512	-51.4155
	G3	-65,00000 [*]	2.16025	0.000	-71.9179	-58.0821
G1	GP	11,00000 [*]	2.16025	0.004	4.0821	17.9179
	G2	-47,33333 [*]	2.16025	0.000	-54.2512	-40.4155
	G3	-54,00000 [*]	2.16025	0.000	-60.9179	-47.0821
G2	GP	58,33333 [*]	2.16025	0.000	51.4155	65.2512
	G1	47,33333 [*]	2.16025	0.000	40.4155	54.2512
	G3	-6.66667	2.16025	0.059	-13.5845	0.2512
G3	GP	65,00000 [*]	2.16025	0.000	58.0821	71.9179
	G1	54,00000 [*]	2.16025	0.000	47.0821	60.9179
	G2	6.66667	2.16025	0.059	-0.2512	13.5845

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior se puede verificar que en la columna Sig la mayoría de valores es menor a 0.05, lo que indica que existe diferencias significativas entre los grupos comparados respectivos. Sin embargo, se puede apreciar que entre el grupo 2 (G2) y el grupo 3 (G3) hay un valor de Sig. de 0.059 que es mayor a 0.05, lo cual indica que entre dichos valores la diferencia no es significativa. Lo cual se puede verificar en la siguiente tabla.

Tabla 50. Tukey subconjuntos de los resultados a compresión.

Resistencia a compresión				
HSD Tukey ^a				
Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
GP	3	296.6667		
G1	3		307.6667	
G2	3			355.0000
G3	3			361.6667
Sig.		1.000	1.000	0.059
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: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, indica que en la columna 3 se compara al grupo 2 (G2) y al grupo 3 (G3) obteniendo un valor de Sig. de 0.059 que es mayor a 0.05. Esto señala que, si se hubiese hecho la prueba solo con los grupos 2 y 3, no existiría diferencia significativa. Asimismo, se puede inferir que adicionando fibras de acero y microsílíce en los porcentajes como en el grupo 2 se obtienen diferencias muy significativas, por ende, mayor resistencia en relación al porcentaje utilizado.

Prueba estadística de los resultados obtenidos a tracción

Para realizar la prueba paramétrica de ANOVA se tiene que primero analizar si la variable tiene distribución normal. Al respecto de la prueba de normalidad sirve para conocer si los datos se comportan de manera normal, al ser los datos de la prueba de resistencia a tracción menores a 50 ensayos, entonces, se considera la prueba de Shapiro-Wilk, la cual indica si los datos recolectados tienen distribución normal o no.

Tabla 51. Prueba de Normalidad de los resultados a tracción.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a tracción	0.128	12	,200*	0.943	12	0.539
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, se considera la sección con el análisis realizado a través de la prueba de Shapiro-Wilk, se puede apreciar en la columna Sig. que el valor es mayor a 0.05, por lo tanto, nuestros datos recolectados si se comportan con distribución normal, y esto conlleva a que si se puede utilizar la prueba paramétrica de ANOVA.

Ho: No existe diferencia significativa entre los grupos respecto a la resistencia a tracción.

H1: Si existe diferencia significativa entre los grupos respecto a la resistencia a tracción.

Tabla 52. Datos descriptivos generales de los resultados a tracción.

Descriptivos								
Resistencia a compresión								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
GP	3	30.3333	2.08167	1.20185	25.1622	35.5045	28.00	32.00
G1	3	34.3333	1.52753	0.88192	30.5388	38.1279	33.00	36.00
G2	3	38.3333	1.15470	0.66667	35.4649	41.2018	37.00	39.00
G3	3	45.3333	1.15470	0.66667	42.4649	48.2018	44.00	46.00
Total	12	37.0833	5.93079	1.71207	33.3151	40.8516	28.00	46.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53. ANOVA de los resultados a tracción.

ANOVA						
Resistencia a tracción						
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Entre grupos	368.250	3	122.750	52.607	0.000	
Dentro de grupos	18.667	8	2.333			
Total	386.917	11				

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, se tiene un valor de 0.000 que es menor a 0.05, entonces se acepta H1 la hipótesis del investigador, que indica que, si existe diferencia significativa entre los grupos, interpretando según a los resultados de resistencia a tracción analizados, este valor de Sig indica que, entre todos los

grupos GP, G1, G2 y G3, con porcentaje distinto de adición de fibra de acero y microsílce existe diferencia significativa de las resistencias obtenidas.

Ahora para conocer cuál de ellos produce mayor diferencia significativa con respecto al resto y así conocer cual brinda mayor beneficio se analizará con la prueba de Tukey.

Tabla 54. Tukey de los resultados a tracción.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a tracción						
HSD Tukey						
(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GP	G1	-4,00000 [*]	1.24722	0.050	-7.9940	-0.0060
	G2	-8,00000 [*]	1.24722	0.001	-11.9940	-4.0060
	G3	-15,00000 [*]	1.24722	0.000	-18.9940	-11.0060
G1	GP	4,00000 [*]	1.24722	0.050	0.0060	7.9940
	G2	-4,00000 [*]	1.24722	0.050	-7.9940	-0.0060
	G3	-11,00000 [*]	1.24722	0.000	-14.9940	-7.0060
G2	GP	8,00000 [*]	1.24722	0.001	4.0060	11.9940
	G1	4,00000 [*]	1.24722	0.050	0.0060	7.9940
	G3	-7,00000 [*]	1.24722	0.002	-10.9940	-3.0060
G3	GP	15,00000 [*]	1.24722	0.000	11.0060	18.9940
	G1	11,00000 [*]	1.24722	0.000	7.0060	14.9940
	G2	7,00000 [*]	1.24722	0.002	3.0060	10.9940

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior se puede apreciar que el valor de Sig es de 0.05 al contrastar el GP con G1, asimismo al comparar G1 con G2, de lo cual se puede inferir que están en el límite del valor para considerarse con diferencias significativas o no. Además, el valor de Sig es de 0.002 al comparar el G2 con el G3, que al ser este valor de Sig menor a 0.05 entonces se considera que entre ambos grupos existe diferencias significativas.

Tabla 55. Tukey subconjuntos de los resultados a tracción.

Resistencia a tracción					
HSD Tukey ^a					
Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
GP	3	30.3333			
G1	3		34.3333		
G2	3			38.3333	
G3	3				45.3333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
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: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, señala que si cada grupo se hubiera tomado en relación al global del resto de grupos no se tendría diferencias significativas, puesto que el valor de Sig es 1, siendo este valor mayor a 0.05. Asimismo, se puede inferir que adicionando fibras de acero y microsíllice en los porcentajes como en el grupo 3 se obtienen diferencias muy significativas, por ende, mayor resistencia en relación al porcentaje utilizado.

Prueba estadística de los resultados obtenidos módulo de ruptura

Para realizar la prueba paramétrica de ANOVA se tiene que primero analizar si la variable tiene distribución normal. Al respecto de la prueba de normalidad sirve para conocer si los datos se comportan de manera normal, al ser los datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura) menores a 50 ensayos, entonces, se considera la prueba de Shapiro-Wilk, la cual indica si los datos recolectados tienen distribución normal o no.

Tabla 56. Prueba de Normalidad de los resultados del módulo de ruptura.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Módulo de ruptura	0.264	8	0.107	0.845	8	0.084
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, se considera la sección con el análisis realizado a través de la prueba de Shapiro-Wilk, se puede apreciar en la columna Sig que el

valor es mayor a 0.05, por lo tanto, nuestros datos recolectados si se comportan con distribución normal, y esto conlleva a que si se puede utilizar la prueba paramétrica de ANOVA.

Ho: No existe diferencia significativa entre los grupos respecto a la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura).

H1: Si existe diferencia significativa entre los grupos respecto a la resistencia a tracción por flexión (módulo de ruptura).

Tabla 57. Datos descriptivos generales de los resultados del módulo de ruptura.

Descriptivos								
Resistencia a compresión								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
GP	2	32.5000	0.70711	0.50000	26.1469	38.8531	32.00	33.00
G1	2	38.0000	0.00000	0.00000	38.0000	38.0000	38.00	38.00
G2	2	39.5000	2.12132	1.50000	20.4407	58.5593	38.00	41.00
G3	2	54.5000	2.12132	1.50000	35.4407	73.5593	53.00	56.00
Total	8	41.1250	8.79021	3.10781	33.7762	48.4738	32.00	56.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58. ANOVA de los resultados del módulo de ruptura.

ANOVA					
Módulo de ruptura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	531.375	3	177.125	74.579	0.001
Dentro de grupos	9.500	4	2.375		
Total	540.875	7			

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, se tiene un valor de 0.001 que es menor a 0.05, entonces se acepta H1 la hipótesis del investigador, que indica que, si existe diferencia significativa entre los grupos, interpretando según a los resultados de módulo de ruptura analizados, este valor de Sig indica que, entre todos los grupos GP, G1, G2 y G3, con porcentaje distinto de adición de fibra de acero y microsílíce existe diferencia significativa de las resistencias obtenidas.

Ahora para conocer cuál de ellos produce mayor diferencia significativa con respecto al resto y así conocer cual brinda mayor beneficio se analizará con la prueba de Tukey.

Tabla 59. Tukey de los resultados del módulo de ruptura.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Módulo de ruptura						
HSD Tukey						
(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
GP	G1	-5.50000	1.54110	0.075	-11.7736	0.7736
	G2	-7,00000*	1.54110	0.035	-13.2736	-0.7264
	G3	-22,00000*	1.54110	0.000	-28.2736	-15.7264
G1	GP	5.50000	1.54110	0.075	-0.7736	11.7736
	G2	-1.50000	1.54110	0.772	-7.7736	4.7736
	G3	-16,50000*	1.54110	0.002	-22.7736	-10.2264
G2	GP	7,00000*	1.54110	0.035	0.7264	13.2736
	G1	1.50000	1.54110	0.772	-4.7736	7.7736
	G3	-15,00000*	1.54110	0.002	-21.2736	-8.7264
G3	GP	22,00000*	1.54110	0.000	15.7264	28.2736
	G1	16,50000*	1.54110	0.002	10.2264	22.7736
	G2	15,00000*	1.54110	0.002	8.7264	21.2736

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior se puede apreciar que el valor de Sig es de 0.075 al contrastar el GP con G1, asimismo al comparar G1 con G2 el valor de Sig es de 0.772, de lo cual se puede inferir que no tienen diferencias significativas ya que los valores de Sig que arrojaron al comparar dichos grupos son mayores a 0.05. Además, el valor de Sig es de 0.002 al comparar el G2 con el G3, que al ser este valor de Sig menor a 0.05 entonces se considera que entre ambos grupos existe diferencias significativas.

Tabla 60. Tukey subconjuntos de los resultados del módulo de ruptura.

Módulo de ruptura				
HSD Tukey ^a				
Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
GP	2	32.5000		
G1	2	38.0000	38.0000	
G2	2		39.5000	
G3	2			54.5000
Sig.		0.075	0.772	1.000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.				

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto de la tabla anterior, indica que en la columna 1 se compara al grupo patrón (GP) y al grupo 1 (G1) obteniendo un valor de Sig de 0.075 que es mayor a 0.05. Esto señala que, si se hubiese hecho la prueba solo con los grupos GP y G1, no existiría diferencias significativas. Asimismo, ocurriría igual si se hubiera hecho la prueba solo con los grupos G1 y G2 con un valor de Sig de 0.772 sin diferencias significativas. Además, se puede inferir que adicionando fibras de acero y microsílíce en los porcentajes como en el grupo 3 se obtienen diferencias muy significativas, por ende, mayor resistencia en relación al porcentaje utilizado.

V. DISCUSIÓN

Al respecto de evaluar cómo influye en el concreto $f'c$ 210 Kg/cm² el agregar fibras de acero y microsílíce.

El análisis detallado nos indica que la adición óptima de adición de microsílíce para obtener un aumento de resistencia considerable es del 2% ya que a mayor adición no se presentan diferencias significativas de resistencia. Además, al combinar los porcentajes óptimos de adición tanto para microsílíce como fibras se observa un aumento de resistencia respecto a la resistencia de diseño, pero dicho aumento es inferior al obtenido con las dosificaciones separadas. Esto es debido a que ambas dosificaciones ocupan los poros vacíos de la mezcla y disminuyen la trabajabilidad del mismo lo que ocasiona que se presente una saturación en la mezcla afectando la resistencia final (Sanes, 2016).

No se comparte lo expuesto por Sanes en ciertos puntos, puesto que en el presente proyecto de investigación se utilizaron mayores porcentajes al 2% de microsílíce obteniendo, mayores resistencias a compresión significativas en el G2 con adición de 7.5%. En este grupo G2 se obtuvo un aumento del 20% de resistencia a compresión a los 28 días con respecto al grupo patrón GP. Asimismo, también se determinó que a medida que se agregaba más porcentaje de microsílíce y fibras de acero el slump disminuía, coincidiendo con lo que afirmo Sanes en su proyecto de investigación.

Al respecto de evaluar la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² al agregar fibras de acero y microsílíce.

La cantidad optima necesaria de microsílíce en reemplazo de cemento para obtener un concreto $f'c=210$ Kg/cm² es del 7% en peso de la cantidad de cemento que componen el diseño de mezcla, presentando un valor de revenimiento de (5.3cm) y un valor de resistencia a la compresión axial simple de 317.03 Kg/cm² (Tarqui, 2019).

Se comparte lo expuesto por Tarqui, puesto que se demostró que el agregar microsílíce en porcentajes similares (5%, 7.5%, 10%), aumenta la resistencia a

compresión del concreto patrón. Obteniendo un aumento de 4% con G1, 20% con G2, y 22% con G3. Siendo el grupo G2 con 20% de aumento de resistencia el que presenta mayor incremento significativo. Además, siendo el grupo G2 el que se adicionó 7.5% de microsílíce, porcentaje aproximado al que indica Tarqui en su proyecto de investigación señalando que, para él, el óptimo contenido de microsílíce es el 7%.

VI. CONCLUSIONES

1. Se evaluó cómo influye en el concreto $f'c$ 210 Kg/cm² el agregar fibras de acero y microsílíce, llegando a la conclusión que a los 28 días la resistencia a compresión aumenta significativamente llegando a obtener en el grupo 3 un valor promedio de 362 Kg/cm² que representa el 122% respecto al grupo patrón. Asimismo, la resistencia a tracción por el método radial también aumenta, puesto que, a los 28 días se consiguió una resistencia promedio de 45 Kg/cm² en el grupo 3, que representa el 150% con respecto al grupo patrón. Además, el módulo de ruptura (resistencia a tracción por flexión) también aumentó ya que se obtuvo en el grupo 3 a los 28 días un valor de 55 Kg/cm² que representa el 167% con respecto al grupo patrón. Así como también, la adición de microsílíce y fibra de acero disminuye la trabajabilidad de la mezcla de concreto, siendo este inversamente proporcional, ya que a mayor adición de microsílíce y fibra de acero se obtiene menor slump.
2. Se determinó la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² al agregar fibras de acero y microsílíce, llegando a la conclusión que efectivamente el agregar dichos elementos aumenta la resistencia a compresión del concreto en estudio. Obteniendo un aumento de 4% con G1, 20% con G2, y 22% con G3 a los 28 días.
3. Se determinó la resistencia a tracción por el método radial, del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² al agregar fibras de acero y microsílíce, llegando a la conclusión que la resistencia a tracción aumenta. Obteniendo un aumento de 13% con G1, 27% con G2, y 50% con G3 a los 28 días.
4. Se determinó el módulo de ruptura (resistencia a tracción por flexión) del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² al agregar fibras de acero y microsílíce, llegando a la conclusión que dicha resistencia también aumenta. Obteniendo un aumento de 15% con G1, 21% con G2, y 67% con G3 a los 28 días.

VII. RECOMENDACIONES

Se aconseja experimentar en mayor porcentaje la adición de microsílíce y fibra de acero al concreto, puesto que se pueden obtener quizás mayores beneficios a los ya obtenidos, al respecto de la resistencia a compresión y a tracción.

Se recomienda realizar ensayos a mayor tiempo que los 28 días, ya que la adición de microsílíce y fibra de acero puede quizás presentar mayores beneficios.

Se recomienda experimentar también con otras marcas, con la finalidad de comparar con cuales se obtienen mayores cualidades.

REFERENCIAS

ABANTO, Tomás. Tecnología del concreto. 2ª ed. Lima - Perú: San Marcos, 2018. 248 pp.

ISBN: 978-612-315-463-9

ALDANA, Fabián y CAÑÓN 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 requirements 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.

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

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.

GUTIÉRREZ DE LÓPEZ, Libia. El concreto y otros materiales para la construcción. Libro, Colombia. Universidad Nacional de Colombia., 2003.

ISBN 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.

HARMSSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado. 5ª ed. Lima - Perú: Fondo Editorial PUCP, 2017. 965 pp.

ISBN: 978-612-317-297-8

HERNÁNDEZ, Roberto, MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill, 2018. 714 pp.

ISBN: 978-1-4562-6096-5

LAÍNEZ, Pedro. Influencia del uso de microsílíce en las propiedades en estado fresco y endurecido en concreto de alta resistencia. Tesis (Título de Ingeniero Civil). San Salvador: Universidad de El salvador, 2012. 304 pp.

LOPEZ, Jorge. Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015

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.

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.

RIVVA, Enrique. Naturaleza y Materiales del Concreto. 4ª. Edición Perú: Capítulo Peruano ACI, 2019.

SANES, Daniel. Influencia de microfibras de polipropileno y microsílíce en la resistencia de concretos de 4000 y 3000 psi. Tesis (Magíster en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Tecnológica De Bolívar, 2016. 106 pp.

SIKA. Aditivos para Concreto. Perú. 2013

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.

TARQUI, Gary y GUTIÉRREZ, Alex. Optimización de concretos estructurales $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$, sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílíce en la ciudad del Cusco, 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cusco - Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad, 2019. 207 pp.

Anexos

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Evaluación del concreto F'c = 210 kg/cm2 agregando fibras de acero y microsílíce, Lima 2020						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo influirá en la resistencia del concreto f'c 210 Kg/cm2 el agregar fibras de acero y microsílíce?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Mejorará la resistencia a compresión del concreto f'c 210 Kg/cm2 al agregar fibras de acero y microsílíce?</p> <p>¿Mejorará la resistencia a tracción del concreto f'c 210 Kg/cm2 al agregar fibras de acero y microsílíce?</p> <p>¿Mejorará la resistencia a flexión del concreto f'c 210 Kg/cm2 al agregar fibras de acero y microsílíce?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Evaluar cómo influye en el concreto f'c 210 Kg/cm2 el agregar fibras de acero y microsílíce.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la resistencia a compresión del concreto f'c 210 Kg/cm2 al agregar fibras de acero y microsílíce.</p> <p>Determinar la resistencia a tracción del concreto f'c 210 Kg/cm2 al agregar fibras de acero y microsílíce.</p> <p>Determinar la resistencia a flexión del concreto f'c 210 Kg/cm2 al agregar fibras de acero y microsílíce.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Agregar fibras de acero y microsílíce al concreto f'c 210 Kg/cm2, mejora las resistencias mecánicas.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>Agregar fibras de acero y microsílíce al concreto f'c 210 Kg/cm2, mejora la resistencia a compresión.</p> <p>Agregar fibras de acero y microsílíce al concreto f'c 210 Kg/cm2, mejora la resistencia a tracción.</p> <p>Agregar fibras de acero y microsílíce al concreto f'c 210 Kg/cm2, mejora la resistencia a flexión.</p>	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	<p>Tipo de estudio: Aplicada</p> <p>Diseño: Cuasiexperimental</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Nivel de estudio: Descriptivo</p>
			Concreto	Resistencia	Resistencia a compresión Resistencia a tracción Resistencia a flexión.	
				Propiedades	Trabajabilidad Consistencia Segregación Exudación Durabilidad	
				Agregados	Granulometría Módulo de finura Contenido de humedad Porcentaje de absorción	
			Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	
			Fibras de acero y microsílíce	Dosificación	Fibra de acero (1% peso del concreto). Microsílíce (5% peso del cemento).	
Fibra de acero (1.5% peso del concreto). Microsílíce (7.5% peso del cemento).						
Fibra de acero (2% peso del concreto). Microsílíce (10% peso del cemento).						

ANEXO 2
MATRIZ DE VALIDACIÓN DE EXPERTOS

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Evaluación del concreto $F'c = 210$ kg/cm² agregando fibras de acero y microfibras, Lima 2019

Apellidos y nombres del investigador: Acilio Alvarado, Yim Miller / Chanca Quispe, Teodomiro

Apellidos y nombres del experto: CASO VALDIVIA NUS

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM/PREGUNTA	ESCALA	Opinión del experto			
					SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/ SUGERENCIAS	
Concreto	Resistencia	➤ Resistencia a compresión			✓		<i>Seguir la misma escala de flexión.</i>	
		➤ Resistencia a tracción						
		➤ Resistencia a flexión.						
	Propiedades	➤ Trabajabilidad				✓		
		➤ Consistencia						
		➤ Segregación						
		➤ Exudación						
	Agregados	➤ Granulometría				✓		
		➤ Módulo de finura						
		➤ Contenido de humedad						
		➤ Porcentaje de absorción						
Fibras de acero y microfibras	Dosificación	➤ Fibra de acero (1% peso del concreto).						
		➤ Microfibras (5% peso del cemento).						
		➤ Fibra de acero (1.5% peso del concreto).				✓		
		➤ Microfibras (7.5% peso del cemento).						
		➤ Fibra de acero (2% peso del concreto).						
		➤ Microfibras (10% peso del cemento).						
Firma del experto:								

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Evaluación del concreto $F_c = 210$ kg/cm² agregando fibras de acero y microsílíce, Lima 2019

Apellidos y nombres del investigador: Accilio Alvarado, Yim Miller / Chancas Quispe, Teodomiro

Apellidos y nombres del experto: TACZA ZEVALLOS JOHN

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM/PREGUNTA	ESCALA	Opinión del experto			
					SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/ SUGERENCIAS	
Concreto	Resistencia	➤ Resistencia a compresión			✓			
		➤ Resistencia a tracción						
		➤ Resistencia a flexión.						
	Propiedades	➤ Trabajabilidad				✓		
		➤ Consistencia						
		➤ Segregación						
		➤ Exudación						
	Agregados	➤ Granulometría						
		➤ Módulo de finura						
		➤ Contenido de humedad						
		➤ Porcentaje de absorción			✓			
Fibras de acero y microsílíce	Dosificación	➤ Fibra de acero (1% peso del concreto).						
		➤ Microsílíce (5% peso del cemento).						
		➤ Fibra de acero (1.5% peso del concreto).						
		➤ Microsílíce (7.5% peso del cemento).						
		➤ Fibra de acero (2% peso del concreto).						
		➤ Microsílíce (10% peso del cemento).						

Firma del experto:



MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Evaluación del concreto $F'c = 210$ kg/cm² agregando fibras de acero y microfibras, Lima 2019

Apellidos y nombres del investigador: Acelio Alvarado, Yim Miller / Chancas Quispe, Teodomiro

Apellidos y nombres del experto: **ING. OSCO GUILLEN EDWIN RAFAEL**

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM/ PREGUNTA	ESCALA	Opinión del experto		
					SÍ CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES/ SUGERENCIAS
Concreto	Resistencia	<input type="checkbox"/> Resistencia a compresión <input type="checkbox"/> Resistencia a tracción <input type="checkbox"/> Resistencia a flexión.			✓		
	Propiedades	<input type="checkbox"/> Trabajabilidad <input type="checkbox"/> Consistencia <input type="checkbox"/> Segregación <input type="checkbox"/> Exudación			✓		
	Agregados	<input type="checkbox"/> Granulometría <input type="checkbox"/> Módulo de finura <input type="checkbox"/> Contenido de humedad <input type="checkbox"/> Porcentaje de absorción.			✓		
Fibras de acero y microfibras	Dosificación	<input type="checkbox"/> Fibra de acero (1% peso del concreto).			✓		
		<input type="checkbox"/> Microfibras (5% peso del cemento).			✓		
		<input type="checkbox"/> Fibra de acero (1.5% peso del concreto). <input type="checkbox"/> Microfibras (7.5% peso del cemento).			✓		
		<input type="checkbox"/> Fibra de acero (2% peso del concreto). <input type="checkbox"/> Microfibras (10% peso del cemento).			✓		
Firma del experto:							


Edwin Rafael Osco Guillen
 INGENIERO CIVIL
 CIP 128274

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Título de la investigación: Evaluación del concreto $F_c = 210$ kg/cm² agregando fibras de acero y microfibras, Lima 2019

Apellidos y nombres del investigador: Acilio Alvarado, Yim Miller / Chancas Quispe, Teodomiro

Apellidos y nombres del experto: ING. ROY LOZANO SOTO

Aspectos por evaluar:

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM/PREGUNTA	ESCALA	Opinión del experto	
					SI CUMPLE	NO CUMPLE
Concreto	Resistencia	▶ Resistencia a compresión			✓	
		▶ Resistencia a tracción				
		▶ Resistencia a flexión.				
Propiedades	Propiedades	▶ Trabajabilidad			✓	
		▶ Consistencia				
		▶ Segregación				
		▶ Exudación				
Agregados	Agregados	▶ Granulometría			✓	
		▶ Módulo de finura				
		▶ Contenido de humedad				
		▶ Porcentaje de absorción				
Fibras de acero y microfibras	Dosisificación	▶ Fibra de acero (1% peso del concreto).			✓	
		▶ Microsilíce (5% peso del cemento).				
		▶ Fibra de acero (1.5% peso del concreto).			✓	
		▶ Microsilíce (7.5% peso del cemento).				
		▶ Fibra de acero (2% peso del concreto).			✓	
		▶ Microsilíce (10% peso del cemento).				

Firma del experto:



ROY LOZANO SOTO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 225928

ANEXO 4
OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Concreto	El concreto u hormigón (como es conocido en otros países), es un material homogéneo compuesto por dos elementos: pasta y agregados. El primero es una mezcla de agua y cemento, el cual une a los agregados finos y gruesos (arena y piedra) resultando un material muy resistente a la compresión. Esto se debe al endurecimiento de la pasta, el cual se da mediante una reacción química entre las partículas de cemento y agua (Rivva, 2019).	En el concreto se engloba conocer las resistencias tanto en compresión, tracción y flexión. Asimismo, las propiedades como trabajabilidad, consistencia, entre otras. Además, las características de los agregados que formarán parte del concreto.	Resistencia	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resistencia a compresión ➤ Resistencia a tracción ➤ Resistencia a flexión.
			Propiedades	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Trabajabilidad ➤ Consistencia ➤ Segregación ➤ Exudación ➤ Durabilidad
			Agregados	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Granulometría ➤ Módulo de finura ➤ Contenido de humedad ➤ Porcentaje de absorción
Fibras de acero y microsílíce	Las fibras de acero tienen alta resistencia y módulo de elasticidad, pero su mayor deficiencia es la corrosión; esta se combate gracias a que están envueltas por el concreto. La unión que hay entre las fibras y la matriz de concreto puede ser mejorada por los anclajes mecánicos o rugosidad de la superficie de las fibras. Según El Comité 116 del ACI "American Concrete Institute", define a la microsílíce como: "Una sílice no cristalina muy fina producida por hornos de arco eléctrico como un subproducto de la fabricación de silicio metálico o ferro silicio"	Las fibras de acero y microsílíce se dosificarán en distintas proporciones, lo cual permitirá comparar y conocer cual dosificación es la más idónea.	Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fibra de acero (1% peso del concreto). ➤ Microsílíce (5% peso del cemento).
				<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fibra de acero (1.5% peso del concreto). ➤ Microsílíce (7.5% peso del cemento).
				<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fibra de acero (2% peso del concreto). ➤ Microsílíce (10% peso del cemento).

ANEXO 5
DOSIFICACIÓN ACI 211

Los datos requeridos se obtienen del estudio de agregados fino y grueso.

Se tomó en consideración diseñar para un slump de 6" a 7" (150 mm a 175 mm)

TABLE A1.5.33 — APPROXIMATE MIXING WATER AND AIR CONTENT REQUIREMENTS FOR DIFFERENT SLUMPS AND NOMINAL MAXIMUM SIZES OF AGGREGATES (SI)								
Slump, mm	Water, Kg/m ³ of concrete for indicated nominal maximum sizes of aggregate							
	9.5*	12.5*	19*	25*	37.5*	50†*	75†‡	150†‡
Non-air-entrained concrete								
25 to 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 to 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 to 175	243	228	216	202	190	178	160	—
Approximate amount of entrapped air in non-air-entrained concrete, percent	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Air-entrained concrete								
25 to 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 to 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 to 175	216	205	197	184	174	166	154	—
Recommended average§ total air content, percent for level of exposure:								
Mild exposure	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5***††	1.0***††
Moderate exposure	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5***††	3.0***††
Extreme exposure††	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5***††	4.0***††

Se tiene entonces 228 L/m³ de agua para la mezcla. Asimismo, con un contenido de aire de 2.5%.

Se obtuvo la relación agua cemento para la resistencia a compresión requerida de 294 kg/cm².

TABLE A1.5.3.4(a) — RELATIONSHIPS BETWEEN WATER-CEMENT RATIO AND COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (SI)		
Compressive strength at 28 days, MPa*	Water-cement ratio, by mass	
	Non-air-entrained concrete	Air-entrained concrete
40	0.42	—
35	0.47	0.39
30	0.54	0.45
25	0.61	0.52
20	0.69	0.60
15	0.79	0.70

Para 294, interpolando se tiene una relación agua cemento de 0.56.

Ya teniendo la relación agua cemento y la cantidad de agua, se obtiene la cantidad de cemento que es 407.1 Kg.

Paso siguiente se estima la cantidad de agregado grueso, considerando el tamaño máximo nominal y el módulo de finura que se obtuvo del ensayo de agregados.

TABLE A1.5.3.6 – VOLUME OF COARSE AGGREGATE PER UNIT OF VOLUME OF CONCRETE (SI)				
Nominal maximum size of aggregate, mm	Volume of dry-rodded coarse aggregate[*] per unit volume of concrete for different fineness moduli[†] of fine aggregate			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.60
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.80	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Se obtuvo de la tabla anterior interpolando un factor de 0.557, el cual se multiplica por el PUC para obtener 884.5 Kg de agregado grueso que participaran en la mezcla.

Continuando, para obtener el peso del agregado fino, primero se obtiene el volumen que ocuparán el cemento, el agregado grueso y el agua, esto es consigue multiplicando la cantidad en kg que ya tenemos por su respectivo peso específico. Asimismo, el volumen que ocupa el aire es el .2.5% de 1 m³. Luego por diferencia lo que falta para obtener 1 m³ de muestra se obtuvo el volumen del agregado fino.

Entonces la dosificación con agregados en seco es la siguiente

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	407	Kg
Agua	228	Litro
Agregado fino	802	Kg
Agregado grueso	885	Kg

Paso siguiente, se ajustó por humedad, multiplicando la cantidad de agregado grueso y fino por su respectivo porcentaje de humedad, obteniendo los pesos húmedos de los agregados en el grueso 886.3 Kg, y en el fino 826.3 Kg.

Luego se determinó la humedad superficial de los agregados, siendo esta la diferencia entre el porcentaje de humedad y el porcentaje de absorción. Con valores en el agregado grueso de -0.4% y en el fino de 2.3%.

Ahora para conocer el aporte de humedad de los agregados se multiplica la humedad superficial por el peso de los agregados húmedos, obteniendo como valores en el grueso de -3.5 L y en el fino de 18.45 L. Sumando ambos tenemos un aporte de agua de 14.9 L.

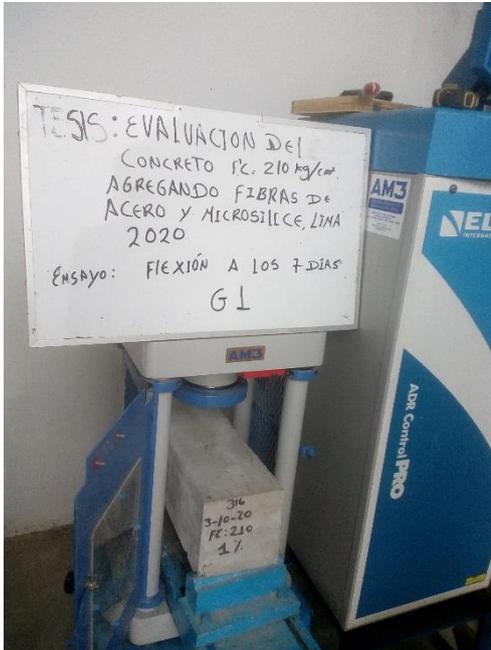
Siendo el agua efectiva a utilizar la diferencia entre lo que teníamos inicialmente 228 L menos el agua que aportan los 14.9 L, dando como resultado 213.1 L.

Dosificación corregida por humedad final del diseño Patrón

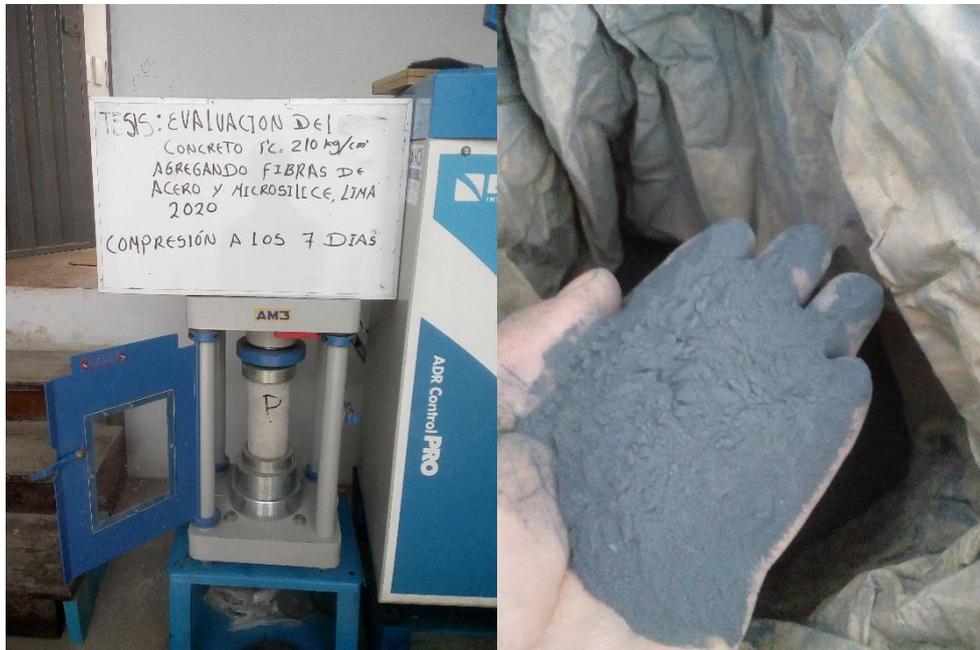
MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	407	Kg
Agua	213	Litro
Agregado fino	826	Kg
Agregado grueso	886	Kg

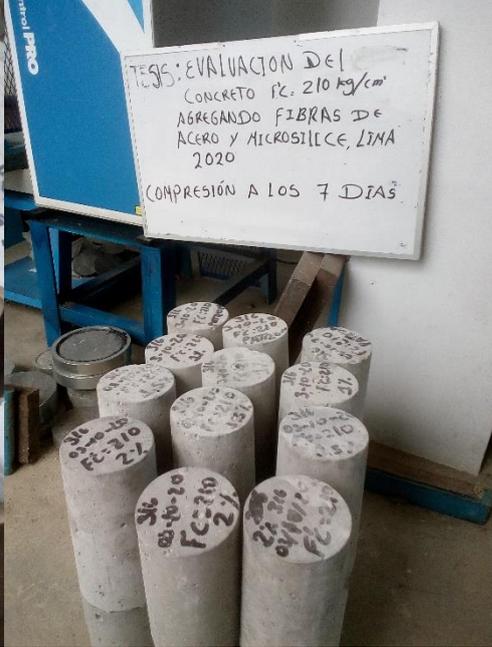
ANEXO 6

FOTOS









ANEXO 7
CERTIFICADOS DEL LABORATORIO

	INFORME		Código	AE-FC-03
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO		Versión	01
	REFERENCIA ACI 211.1		Fecha	30-09-2019
			Página	1 de 1
Proyecto : Evaluación del concreto Fc = 210 kg/cm2 agregando fibras de acero y microsilica Solicitante : Chancas Quispe Teodomiro / Acilio Alvarado Yim Miller Atención : Chancas Quispe Teodomiro / Acilio Alvarado Yim Miller Ubicación de Proyecto : Lima	Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino / Ceniza de lodo de papel y esquiato Procedencia : Cantera Trapiche Cemento : Cemento Sol Tipo I		REGISTRO N° : IGC20-LEM-319-09 REALIZADO POR : L. Meigar REVISADO POR : J. Gutiérrez FECHA DE ELABORACIÓN : 28/09/2020	Fm de diseño : 210 kg/cm2 Aseñalamiento : 6' - 7' Código de mezcla : PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$F'_{cr} = 284$

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{af} = 0.36$

$R_{aire} = \text{No aplica}$

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 226 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.5%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 407 kg ≈ 9.8 Bolsas x m³

6. ADICIONES

Grafito No aplica

7. FIBRAS

Fibras sintéticas No aplica

8. ADITIVOS

Aditivo No aplica

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	T.M.N
Cemento Sol Tipo I	3110 kg/m ³	0.1300 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2260 m ³						
Aire atrapado = 2.5%	---	0.0260 m ³						
Aditivo	No aplica	0.0000 m ³						
Agregado grueso	2683 kg/m ³	0.3089 m ³	0.2%	0.6%	6.6	1468	1588	1/2"
Agregado fino	2612 kg/m ³	0.3071 m ³	3.0%	0.7%	2.73	1441	1700	---
Fibra de acero	0 kg/m ³	0.0000 m ³	0.0%	0.0%	0	0	0	---
Volumen de pasta		0.3839 m ³						
Volumen de agregados		0.6181 m ³						

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 50.1% ≈ 0.3089 m³ ≈ 885 kg
 Agregado fino 49.9% ≈ 0.3071 m³ ≈ 802 kg
 Agregado fino Reciclado 0.0% ≈ 0.0000 m³ ≈ 0 kg
 Fibra de acero 0.0% ≈ 0.0000 m³ ≈ 0 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Sol Tipo I	407 kg	407 kg
Agua	226 L	213 L
Aire atrapado = 2.5%	0.0 kg	0.0 kg
Grafito	0.0 kg	0.0 kg
Aditivo	0.0 kg	0.0 kg
Agregado grueso	885 kg	886 kg
Agregado fino	802 kg	828 kg
Agregado fino Reciclado	0 kg	0 kg
Fibra de acero	0 kg	0 kg
	PUT	2333 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 886 kg
 Agregado fino 828 kg
 Agregado fino Reciclado 0 kg
 Fibra de acero 0 kg

13. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol Tipo I	17.507 kg
Agua	9.163L
Aire atrapado = 2.5%	0 kg
Grafito	0 kg
Aditivo	0 g
Agregado grueso	38.11 kg
Agregado fino	35.531 kg
Agregado fino Reciclado	0 kg
Fibra de acero	0 kg
Slump obtenido	0

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 213 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA
 1 : 2.1 : 2.2 : 22.2 L

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

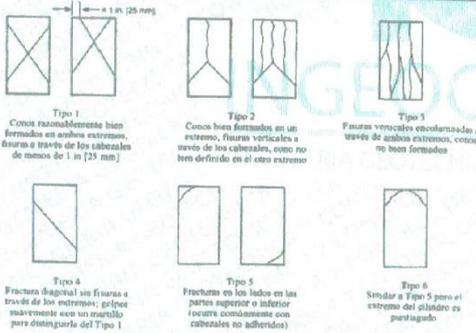
INGEOCONTROL S.A.C.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	DCC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
 www.ingeocontrol.com / inform@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AE-PO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando fibras de acero y microsílilice			REGISTRO N°: IGC20-LEM-318-12
CLIENTE	: Universidad César Vallejo			REALIZADO POR : R. Leyva
SOLICITANTE	: Chances Quispe Teodomiro / Accollo Alvarado Yim Mlier			REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima			FECHA DE ENSAYO : 10/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	: ...			TURNO : Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
Pc de diseño	: Indicada en la identificación			

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-18**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO
PATRON	3/10/2020	10/10/2020	7	9.79	20.00	4	2.04	15753.5	208 kg/cm ²
PATRON	3/10/2020	10/10/2020	7	9.78	20.00	5	2.04	15468.9	208 kg/cm ²
PATRON	3/10/2020	10/10/2020	7	9.79	20.00	3	2.04	18358.0	204 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	10/10/2020	7	9.79	20.00	1	2.04	15970.3	212 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	10/10/2020	7	9.80	20.00	4	2.04	16546.0	218 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	10/10/2020	7	9.80	20.00	1	2.04	16328.7	216 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	10/10/2020	7	9.79	20.00	1	2.04	18807.9	247 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	10/10/2020	7	9.84	20.00	1	2.03	18907.9	249 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	10/10/2020	7	9.77	20.00	4	2.05	18819.8	281 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	10/10/2020	7	9.76	20.00	5	2.05	18980.8	253 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	10/10/2020	7	9.79	20.00	5	2.04	18880.8	251 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	10/10/2020	7	9.80	20.00	5	2.04	19287.6	258 kg/cm ²



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table. Note 11:

L/D Factor	1.75	1.60	1.25	1.00
	0.98	0.96	0.93	0.97

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation*	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	8.6 %	7.6 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.0 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

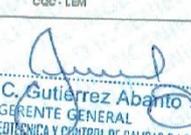
Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohíbida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENECONTROL

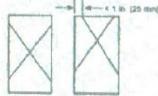
INGEOCONTROL SAC		
<p>Nombre y firma:</p> 	<p>Nombre y firma:</p>  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<p>Nombre y firma:</p>  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
 www.ingeocontrol.com / inform@ingeocontrol.com

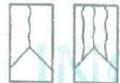
	INFORME		Código	AE-PO-161
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando fibras de acero y microsílíce			REGISTRO N°: IGC20-LEM-316-12
CLIENTE	: Universidad César Vallejo			REALIZADO POR : R. Leyva
SOLICITANTE	: Chancas Quispe Teodomiro / Acotio Alvarado Yim Miller			REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima			FECHA DE ENSAYO : 17/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	: ---			TURNO : Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
Pc de diseño	: Indicada en la identificación			

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-18**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO
PATRON	3/10/2020	17/10/2020	14	9.80	20.00	5	2.04	19115.8	253 kg/cm ²
PATRON	3/10/2020	17/10/2020	14	9.81	20.00	3	2.04	19374.1	258 kg/cm ²
PATRON	3/10/2020	17/10/2020	14	9.82	20.00	4	2.04	19031.1	251 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	17/10/2020	14	9.79	20.00	4	2.04	20128.9	287 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	17/10/2020	14	9.79	20.00	4	2.04	19888.8	284 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	17/10/2020	14	9.83	20.00	1	2.03	20388.9	289 kg/cm ²
1.6% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	17/10/2020	14	9.80	20.00	1	2.04	23083.9	306 kg/cm ²
1.6% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	17/10/2020	14	9.83	20.00	1	2.03	23467.8	309 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	17/10/2020	14	9.84	20.00	4	2.03	22974.1	302 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	17/10/2020	14	9.81	20.00	5	2.04	23309.6	306 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	17/10/2020	14	9.80	20.00	5	2.04	23369.4	310 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSÍLICE	3/10/2020	17/10/2020	14	9.79	20.00	5	2.04	23563.2	313 kg/cm ²



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisura a través de los cabezales de espesor de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no fue definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales inclinadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpe suave con un martillo para distinguirlo del Tipo 1



Tipo 5
Fisuras en los lados en las partes superiores e inferiores ocurren comúnmente con cabezales no adheridos



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es permeado

8.1 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.98	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficients of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	6.0 %
Field conditions	2.9 %	7.0 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	8.0 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

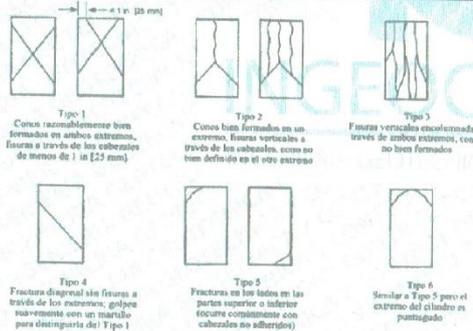
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AE-PO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	Evaluación del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando fibras de acero y microsílíce		REGISTRO N°:	IGC20-LEM-316-12
CLIENTE	: Universidad César Vallejo		REALIZADO POR :	R. Layva
SOLICITANTE	: Chances Quispe Teodomiro / Acetio Alvarado Yim Miller		REVISADO POR :	J. Gutierrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima		FECHA DE ENSAYO :	31/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	: ---		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
Fc de diseño	: Indicada en la identificación			

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-18**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO
PATRON	31/10/2020	31/10/2020	28	9.85	20.00	3	2.03	22343.4	283 kg/cm ²
PATRON	31/10/2020	31/10/2020	28	9.80	20.00	3	2.04	22510.9	288 kg/cm ²
PATRON	31/10/2020	31/10/2020	28	9.81	20.00	4	2.04	22800.7	299 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28	9.79	20.00	1	2.04	22979.8	305 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28	9.78	20.00	4	2.04	23154.5	308 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28	9.82	20.00	1	2.04	23611.7	310 kg/cm ²
1.6% DE FIBRA Y 7.6% DE MICROSÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28	9.80	20.00	4	2.04	26998.5	357 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28	9.82	20.00	1	2.04	26978.1	366 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28	9.84	20.00	4	2.03	26739.1	352 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28	9.82	20.00	5	2.04	27292.5	360 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28	9.79	20.00	5	2.04	27419.5	364 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28	9.80	20.00	5	2.04	27231.9	361 kg/cm ²



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D Factor	1.75	1.50	1.25	1.00
	0.99	0.96	0.93	0.87

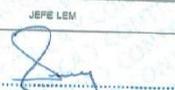
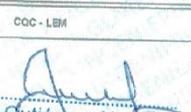
Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.6 %	
Field conditions	2.8 %	8.0 %	9.6 %	
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %	

FIG. 2 Esquema de los Modos de Fractura Típicos

OBSERVACIONES:

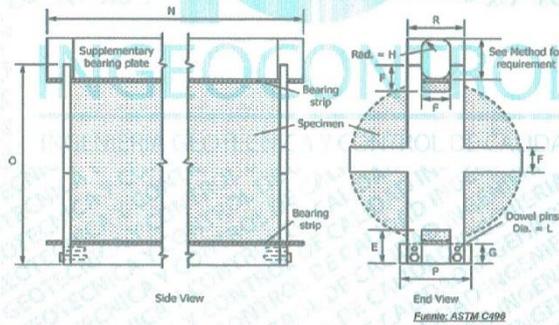
- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S.

INGEOCONTROL SAC		
Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S.	CCC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S.

	INFORME	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
PROYECTO	Evaluación del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando fibras de acero y microsílíce		REGISTRO N°: IGC20-LEM-316-14
SOLICITANTE	Chancas Quispe Teodomiro / Acilio Alvarado Yim Miller		REALIZADO POR : R. Leyva
ENTIDAD	Universidad César Vallejo		REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima		FECHA DE ENSAYO : 10/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	---		TURNO : Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
$F'c$ de diseño	210 kg/cm^2		

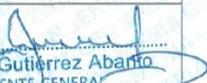
Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C498/C498M-17

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PATRÓN	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.84	20	6244.4	20.2 kg/cm^2
PATRÓN	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.77	20	6783.1	22.1 kg/cm^2
PATRÓN	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.80	20	7111.8	23.1 kg/cm^2
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.79	20	7166.1	23.3 kg/cm^2
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.83	20	7782.1	25.2 kg/cm^2
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.8	20	7419.7	24.1 kg/cm^2
1.5% DE FIBRA Y 7.6% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.84	20	8006.4	25.9 kg/cm^2
1.5% DE FIBRA Y 7.6% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.82	20	7743.3	25.1 kg/cm^2
1.5% DE FIBRA Y 7.6% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.82	20	8884.8	28.8 kg/cm^2
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.85	20	9354.6	30.2 kg/cm^2
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.84	20	10448.5	33.8 kg/cm^2
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	9.84	20	9799.4	31.7 kg/cm^2



OBSERVACIONES:

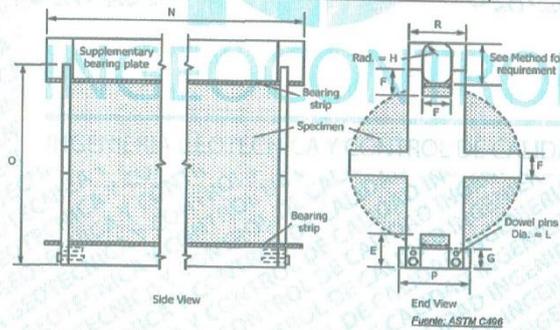
- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-121
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO		Versión	01
			Fecha	30-04-2019
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando fibras de acero y microsílíce		REGISTRO N°: IGC20-LEM-316-16	
SOLICITANTE	: Chancas Quispe Teodomiro / Acclio Alvarado Yim Miller		REALIZADO POR :	R. Leyva
ENTIDAD	: Universidad César Vallejo		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima		FECHA DE ENSAYO :	17/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	: ---		TURNO :	Diumo
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Espácamens cilíndricos 4" x 8"			
F_c de diseño	: 210 kg/cm^2			

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C496/C496M-17

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	PUEZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PATRON	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.83	20	7712.5	25.0 kg/cm^2
PATRON	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.84	20	8304.0	26.9 kg/cm^2
PATRON	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.76	20	8321.0	27.1 kg/cm^2
1.0% DE FIBRA Y 6.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.82	20	8928.3	28.9 kg/cm^2
1.0% DE FIBRA Y 6.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.79	20	9245.6	30.1 kg/cm^2
1.0% DE FIBRA Y 6.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.85	20	8611.6	27.8 kg/cm^2
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSILICE	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.82	20	9882.0	32.0 kg/cm^2
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSILICE	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.83	20	9553.7	30.9 kg/cm^2
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSILICE	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.8	20	9872.0	32.1 kg/cm^2
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.83	20	11414.5	37.0 kg/cm^2
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.83	20	12377.7	40.1 kg/cm^2
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	17/10/2020	14 días	9.8	20	12019.2	39.0 kg/cm^2



OBSERVACIONES:

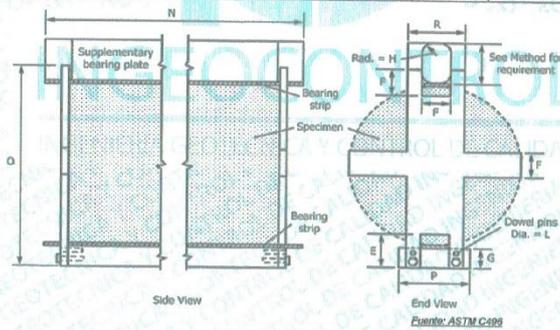
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGECONTROL

INGECONTROL S.A.C.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCO - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Juamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO		Versión	01
			Fecha	30-04-2019
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando fibras de acero y microsílíce		REGISTRO N°: IGC20-LEM-316-17	
SOLICITANTE	: Chancas Quispe Teodomiro / Acollito Alvarado Yim Miller		REALIZADO POR	: R. Leyva
ENTIDAD	: Universidad César Vallejo		REVISADO POR	: J. Guillén
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima		FECHA DE ENSAYO	: 31/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	: ---		TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño	: 210 kg/cm ²			

Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C496/C496M-17

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA (kg)	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PATRON	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.61	20	8946.5	29.0 kg/cm ²
PATRON	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.63	20	9841.8	31.9 kg/cm ²
PATRON	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.8	20	9553.7	31.0 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.61	20	11083.4	36.0 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.65	20	10478.3	33.9 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.63	20	10149.4	32.5 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSILICE	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.8	20	12043.7	39.1 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSILICE	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.8	20	11402.9	37.0 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSILICE	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.79	20	12031.6	39.1 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.84	20	13574.0	43.9 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.82	20	14234.3	46.1 kg/cm ²
2.0% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	31/10/2020	28 días	9.81	20	14176.5	46.0 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

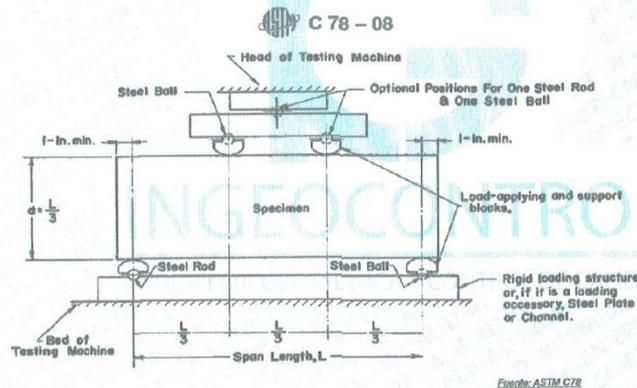
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCO - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación del concreto F'c = 210 kg/cm2 agregando fibras de acero y microsílíce		REGISTRO N°:	IGC20-LEM-316-18
SOLICITANTE	: Chancas Quispe Teodomiro / Accilio Alvarado Yim Miller		REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: --		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima		FECHA DE ENSAYO :	10/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	: --		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Prismas de concreto endurecido			
F'c de diseño	: 210 kg/cm2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	3/10/2020	10/10/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	23 kg/cm2
PATRÓN	3/10/2020	10/10/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	22 kg/cm2
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	27 kg/cm2
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26 kg/cm2
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	29 kg/cm2
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	26 kg/cm2
2% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	40 kg/cm2
2% DE FIBRA Y 10% DE MICROSILICE	3/10/2020	10/10/2020	7 días	TERCIO CENTRAL	45.0	35 kg/cm2



OBSERVACIONES:

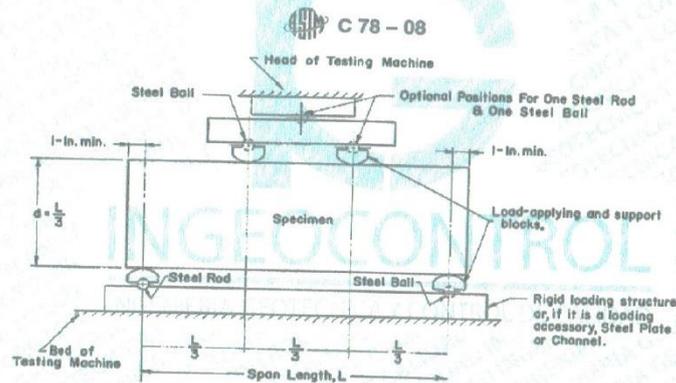
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL S.A.C.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	OCC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME		Código	AB-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando fibras de acero y microsílize		REGISTRO N°:	IGC20-LEM-316-13
SOLICITANTE	: Chancas Quispe Teodomiro / Acolito Alvarado Yim Miller		REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima		FECHA DE ENSAYO :	17/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	: ---		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Pruebas de concreto endurecido			
F'c de diseño	: 210 kg/cm ²			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON	3/10/2020	17/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	27 kg/cm ²
PATRON	3/10/2020	17/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	28 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSIlice	3/10/2020	17/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	33 kg/cm ²
1.0% DE FIBRA Y 6.0% DE MICROSIlice	3/10/2020	17/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	32 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSIlice	3/10/2020	17/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	35 kg/cm ²
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSIlice	3/10/2020	17/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	34 kg/cm ²
2% DE FIBRA Y 10% DE MICROSIlice	3/10/2020	17/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	48 kg/cm ²
2% DE FIBRA Y 10% DE MICROSIlice	3/10/2020	17/10/2020	14 días	TERCIO CENTRAL	45.0	44 kg/cm ²



Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGENCOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENCOCONTROL.

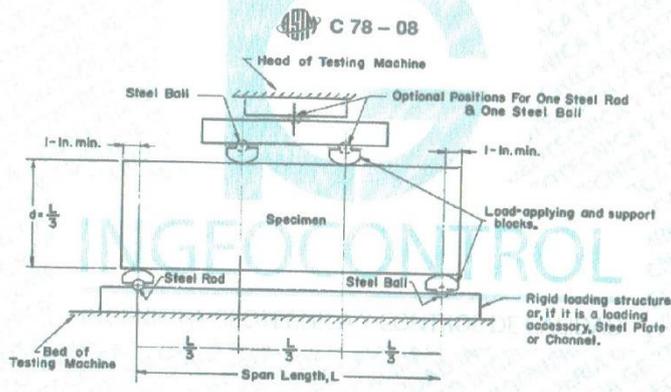
INGENCOCONTROL S.A.C.		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

	INFORME		Código	AB-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	Evaluación del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando fibras de acero y microsílíce		REGISTRO N°:	IGC20-LEM-316-13
SOLICITANTE	Charcos Quispe Teodomiro / Acclio Alvarado Yim Miller		REALIZADO POR :	R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima		FECHA DE ENSAYO :	31/10/2020
FECHA DE EMISIÓN	---		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido			
Presentación	Prismas de concreto endurecido			
F_c de diseño	210 kg/cm^2			

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRON	31/10/2020	31/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	33 kg/cm^2
PATRON	31/10/2020	31/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	32 kg/cm^2
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSIÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	38 kg/cm^2
1.0% DE FIBRA Y 5.0% DE MICROSIÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	38 kg/cm^2
1.6% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSIÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	41 kg/cm^2
1.5% DE FIBRA Y 7.5% DE MICROSIÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	38 kg/cm^2
2% DE FIBRA Y 10% DE MICROSIÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	56 kg/cm^2
2% DE FIBRA Y 10% DE MICROSIÍLICE	31/10/2020	31/10/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	53 kg/cm^2



- OBSERVACIONES:**
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
 - * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
 - * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL S.A.C.		
TÉCNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima
 Teléfono: (01) 685-3852 Cel.: 924 513 299 / 924 149 819 / 946 546 488
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

AM3

AM3 Ingeniería & Negocios SAC

RUC : 20513903261
Dirección : AV. Nicolás Ayllón 8510 Edif. 9 Of. 804, Lima
- Lima - Ate
Código Postal : Lima 03
Teléfono : 511-679 8002
Email : soportetecnico@am3.com.pe

N° de certificado:	22072020-05
Fecha de emisión:	22/07/2020

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
RUC : 20602979190
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

Equipo : Máquina de Compresión Accu-Tek Touch Control PRO 250
Marca : ELE International
Modelo Marco de Carga : 36-0690/06
N° de Serie Marco de Carga : 180300131
Capacidad : 1112 KN
División de Escala : 0.1 KN
N° de Serie Panel de Lectura : 1939-1-10045
Procedencia : USA
Patrón de Trabajo : Celda ELE International Tipo: CCDHA-2000 KN-004-000, N° de Serie: 56638, Capacidad: 2000 KN, trazable al HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, Certificado de Calibración INF-LE 013-20.

Método de Verificación : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Método C

Temp. Inicial (°C)	: 18	H.R. Inicial (%)	74
Temp. Final (°C)	: 18	H.R. Final (%)	69

Fecha de Verificación : 21/07/2020
Lugar de Verificación : Mza. A Lote. 24 Int. 1 Urb. Mayorazgo Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres
N° de Páginas : 2

HECHO POR
Emilio Malca

ALDO MARCO
MUCHA MALLAUPOMA
Ingeniero Civil
CIP N° 234122
REVISADO POR



Este certificado de verificación solo puede ser difundido sin alteraciones posterior a la autorización asignada por AM3 Ingeniería & Negocios S.A.C.
Este certificado de verificación sin firma y sello carece de validez.

AM3

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Lectura de Celda (patrón)	Lectura del Equipo				Error	Incertidumbre
	LP	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3		
(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	U (%)
100	100.20	100.10	100.30	100.20	0.20	0.1
200	200.20	200.20	200.90	200.43	0.22	0.1
300	300.60	300.60	301.30	300.83	0.28	0.1
400	400.70	400.50	401.70	400.97	0.24	0.1
500	499.20	500.70	501.80	500.57	0.11	0.1
600	600.90	600.10	601.70	600.90	0.15	0.1
700	700.30	700.90	702.00	701.07	0.15	0.1
800	800.80	800.60	802.50	801.30	0.16	0.1
900	901.00	900.80	902.50	901.43	0.16	0.1
1000	1001.00	1001.00	1004.00	1002.00	0.20	0.1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de Medición, para un factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".

Observaciones / Indicaciones

El usuario debe calibrar el equipo en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que esté expuesto

El equipo se encuentra calibrado y no necesita corrección alguna, ya que el error no supera el +/- 1% en todo el rango verificado.

ANEXO 8

**FICHAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS
MICROSÍLICE (SIKA FUME), FIBRA DE ACERO (SIKA FIBER CHO
65/35)**



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® Fume

ADICIÓN MINERAL - MICROSÍLICE

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFume® es un aditivo para concreto en forma de polvo, basado en tecnología de humo de sílice.

USOS

SikaFume® se utiliza en hormigón proyectado, hormigón estructural, hormigón prefabricado y otros campos de construcción de hormigón en los que se imponen altas exigencias a la calidad del hormigón fresco y endurecido.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

SikaFume® contiene dióxido de silicio reactivo latente extremadamente fino. La presencia de esta sustancia imparte una gran cohesión interna y retención de agua en el concreto fresco. El concreto se vuelve extremadamente flexible y la capacidad de bombeo se mejora sustancialmente. En el concreto endurecido, el humo de sílice reactivo latente forma un enlace químico con la cal libre (CaOH₂). La formación adicional de productos de hidratación da como resultado una matriz de cemento significativamente más densa.

Con el uso de SikaFume®, el concreto mostrará las siguientes propiedades:

- Alta estabilidad del hormigón verde.
- Mayor durabilidad.
- Excelente resistencia a la congelación y la sal de deshielo si se usa un agente de arrastre de aire al mismo tiempo.
- Mayores fortalezas finales.
- Mayor resistencia a la abrasión.
- Mayor estanqueidad al agua.
- Mayor estanqueidad al gas.
- Penetración reducida del cloruro.

SikaFume® no contiene cloruros ni otras sustancias que promueven la corrosión del acero y, por lo tanto, se puede usar sin ninguna restricción para la construcción de concreto reforzado y pretensado.

CERTIFICADOS / NORMAS

SikaFume® confirma a EN 13263-1: 2005 tabla 4.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Una mezcla de ingredientes reactivos latentes.
Empaques	Bolsa de 25 kg Bolsa de 20 kg
Apariencia / Color	polvo gris
Vida Útil	36 meses de vida útil a partir de la fecha de producción si se almacena correctamente en el empaque original sellado, sin daños y sin abrir.
Condiciones de Almacenamiento	Almacenamiento en un ambiente seco, no sensible a las heladas.
Densidad	~0.65 kg/l
Contenido Total de Iones de Cloruro	< 0.3 M-%

Hoja De Datos Del Producto
SikaFume®
Mayo 2019, Versión 01.01
021403031000000019

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto	Se deben seguir las reglas estándar de buenas prácticas de hormigonado, relativas a la producción y la colocación. Las pruebas de laboratorio deben llevarse a cabo antes del hormigonado en el sitio, especialmente cuando se usa un nuevo diseño de mezcla o se producen nuevos componentes de concreto. El concreto fresco se debe curar adecuadamente y el curado debe aplicarse lo antes posible.
Diseño de la Mezcla de Concreto	Cuando se usa SikaFume®, se debe tener en cuenta un diseño de mezcla adecuado y se deben probar las fuentes de material locales.
Tiempo de Mezclado del Concreto	SikaFume® se agrega con el cemento y los agregados en la planta de procesamiento por lotes antes del medidor de agua. Tiempo óptimo de mezclado en húmedo: 60 segundos.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada	5 - 10% en peso de cemento.
---------------------------------	-----------------------------

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

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. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.





HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaFiber® 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 trellado 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 prefabricados reforzados; en losas de pisos industriales (tráfico alto, medio y ligero) en losas y ciementos 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.

CERTIFICADOS / NORMAS

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, EN 14889-1

 1020
HIC Corporation 260-3, Jaingjae-ro, Hallin-myeon, Gimhae-si Gyeongsangnam, -do, KORE 11 th West, Side Road, Nan-Pu Development Area Tang Shan City, CHINA
13 1020-CPR-010023618
EN 14889-1 Fibras de acero para uso estructural en hormigones (concreto), mortero y pastas. Grupo 1: Alambre estirado en frío Longitud: 35 mm Diámetro: 0.54 mm Forma: Deformado Resistencia a la tracción: 1300 N/mm ² Consistencia con 19 kg/m ³ de fibras: tiempo Vebe 12 s. Efecto en la resistencia del hormigón (concreto): 19 kg/m ³ para obtener 1.5 N/mm ² a CMOD = 0,5 mm y 1 N/mm ² a CMOD = 3,5 mm.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Sacos de papel x 20 kg.
Vida Útil	No tiene caducidad mientras se respeten las condiciones de almacenamiento.
Condiciones de Almacenamiento	Los sacos de Sika® Fiber CHO 65/35 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
Dimensiones	LONGITUD: 35 mm con extremos conformados. DIÁMETRO DE LA FIBRA: 0.54 mm RELACIÓN LONGITUD/ DIÁMETRO: 65

INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Tensión	RESISTENCIA A TRACCIÓN: Mínimo 1,300 MPa
Elongación de Rotura	ELONGACIÓN DE ROTURA: 4% máx.
Dosificación Recomendada	Normalmente entre 15 - 50 kg. de Sika® Fiber CHO 65/35 NB por m3 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.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Sika® Fiber CHO 65/35 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la corredera de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso:

- 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.
- En la corredera 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.
- 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.
- 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.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.



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. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

Hoja De Datos Del
Producto SikaFiber® CHO
65/35 NB Mayo 2019,
Versión 01.03

3 /

CONSTRUYENDO CONFIANZA



ANEXO 8
NORMAS TÉCNICAS PERUANAS

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

CONCRETE . Standard Test method for Compressive Strength of cylindrical concrete specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C39/C39M-05e1 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. –Reimpreso por autorización de ASTM International

2008-01-02
3ª Edición

R.001-2008/INDECOPI-CRT. Publicada el 2008-01-25

Precio basado en 18 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

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

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.078
2012

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

CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

CONCRETE. Standard test method for flexural strength of concrete using simple beam with third-point loading

2012-09-26
3ª Edición

R.0092-2012/CNB-INDECOPI. Publicada el 2012-10-31

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Concreto, vigas, resistencia a la flexión, ensayo

AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

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

2001-05-31
2ª Edición

R.0071-2001/INDECOPI-CRT.Pública el 2001-06-17

Precio basado en 14 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Agregado, agregado grueso, agregado fino, serie, gradación, análisis por tamizado, análisis granulométrico

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.035
2009

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland

CONCRETE. Standard test method for measure slump of Portland cement concrete

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 143/C143-2008 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2009-12-23
3ª Edición

R.034-2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 2010-02-20

Precio basado en 09 páginas

I.C.S.: 91.100.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Concreto, cono, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad



PERÚ

Ministerio de Vivienda
Construcción y Saneamiento



SENCICO
SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

NORMA E.060 CONCRETO ARMADO

**LIMA – PERÚ
2009**

PUBLICACIÓN OFICIAL