



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de
acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES

Condori de la Peña, Elizabeth Nathali

Palomares Hurtado, Verónica Milagros

ASESOR

Dra. Ing. María Ysabel García Alvarez

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2018

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 27 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI**
 Cuyo título es: **"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADAS PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **17 (número) DIECISIETE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 10 de Diciembre de 2018



 Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL
 PRESIDENTE



 Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ
 SECRETARIO



 Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN

VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 76 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS**

Cuyo título es: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADAS PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **17** (número) **DIECISIETE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 10 de Diciembre de 2018


 Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA ISABEL
 PRESIDENTE


 Mgtr. Ing. RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ
 SECRETARIO


 Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN
 VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

Nuestra presente investigación está dedicada en primer lugar a nuestros padres, quienes nos han mostrado constantemente su apoyo moral e incondicional, alentándonos a pesar de las dificultades y mostrándonos que podemos lograr todas nuestras metas si seguimos esforzándonos, que nada es imposible si seguimos el camino para lograr nuestra meta final. Este trabajo es el reflejo de nuestro esfuerzo pero queda en constancia que nuestros padres estuvieron presentes a lo largo de nuestro desarrollo de tesis.

Cierro esta dedicación, entregando este trabajo y resultados a la bendición de nuestro señor Dios, que desde el cielo nos brinda la sabiduría para junto a nuestros seres queridos (padres) nos impulse a ser mejores cada día más.

Agradecimiento

Las que suscriben agradecen especialmente a la Dra. María Ysabel García Álvarez por todo el apoyo brindado, el tiempo dedicado, la paciencia y la confiabilidad para poder desarrollar nuestras inquietudes en todo nuestro proceso de elaboración de nuestra Tesis. También nos enseñaron el desarrollo metodológico y aspectos técnicos de nuestra línea de investigación. Sin duda alguna, nos ha ayudado a ser perseverantes, inclusive cuando se presentaron dificultades en el proceso de tesis.

Así mismo agradecer a nuestros padres, ya que sin el apoyo de ellos no tendríamos ese impulso extra y motivacional de nuestras personas.

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Condori de la Peña Elizabeth Nathali con DNI N° 46988012, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 10 de Diciembre del 2018



Elizabeth Nathali Condori de la Peña

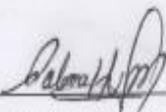
DNI: 46988012

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Verónica Milagros Palomares Hurtado con DNI N° 70024076, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 10 de Diciembre del 2018



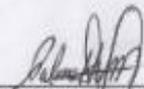
Verónica Milagros Palomares Hurtado
DNI: 70024076

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la Tesis titulada: "Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018", la cual comprende los capítulos de Introducción, metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones. El objetivo de la referida tesis fue determinar un análisis al resultado del concreto con adición de virutas de acero recicladas en pruebas de compresión, tracción y flexión por ensayos elaborados bajo METODO ACL.

Así mismo, estos resultados compararlos con un diseño de mezcla tradicional, dichos resultados nos reflejará en el diseño de mezcla con adición de virutas una optimización y mejora de las propiedades mecánicas, por consecuente la probabilidad de brindar una mejor durabilidad, periodo de vida, disminución de costos para empleo en pavimentos rígidos.

La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica la finalidad de la investigación, detallando la realidad problemática que presenta la zona de estudio, asimismo se expone el problema principal, junto a los problemas secundarios, para luego exponer los objetivos de la presente investigación. En el capítulo dos se hace presente la metodología usada para el desarrollo de la investigación, dando a conocer los instrumentos de recolección de datos y a validez. Seguidamente, en el tercer capítulo se detalla los resultados que se obtiene después de la recolección de datos tomados en los ensayos de laboratorio. En el cuarto capítulo se explica la discusión de resultados, así como también la comparación y semejanzas de los resultados obtenidos en esta investigación en comparación con los resultados obtenidos en los trabajos previos. El quinto capítulo se presenta las conclusiones de esta investigación basada en los objetivos dados. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones para futuras investigaciones, y finalmente se presenta las referencias bibliográficas que se toma en cuenta para el desarrollo de esta investigación.


Verónica Milagros Palomares Hurtado
DNI: 70024076


Elizabeth Nathali Condori de la Peña
DNI: 46988012

Índice

PÁGINA DE JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	vi
PRESENTACIÓN.....	viii
INDICE.....	ix
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	Xx
I. INTRODUCCIÓN	21
1.1 Realidad problemática	22
1.2 Trabajos previos.....	24
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	30
1.4 Formulación del problema.....	56
1.5 Justificación del estudio.....	56
1.6 Hipótesis.....	58
1.7 Objetivos.....	60
II. MÉTODO.....	61
2.1 Diseño de investigación.....	62
2.2 Variables, Operacionalización.....	63
2.3. Población y muestra.....	66
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad	67
2.5 Método de análisis de datos.....	69
2.6. Aspectos éticos.....	69
III. RESULTADOS.....	70
3.1. Ensayo de Granulometría a los agregados grueso y fino.....	71
3.2. Diseño de Mezcla 280kg/cm² concreto patrón método ACI..	78
3.3. Propiedades mecánicas a la tracción, compresión y flexión...92	
IV. DISCUSIONES.....	116
V. CONCLUSIONES.....	120
VI. RECOMENDACIONES.....	122
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123
ANEXOS.....	128

Índice de tablas

Tabla 1. Características Mecánica de las fibras.....	31
Tabla 2. Compuestos del Cemento Portland.....	39
Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado fino.....	39
Tabla 4. Requerimientos granulométricos del agregado grueso.....	40
Tabla 5. Clases de mezcla según su revenimiento.....	44
Tabla 6. Requisitos de trabajabilidad para varios tipos de estructuras y condiciones de colocación.....	47
Tabla 7. Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo de resistencia.....	51
Tabla 8. Calculo de la resistencia promedio (f'_{cr}).....	51
Tabla 9. Calculo de asentamiento según tipo de consistencia del concreto.....	52
Tabla 10. Asentamiento recomendado para diversos tipos de obras.....	52
Tabla 11. Volumen unitario de agua (lt/m ³).....	53
Tabla 12. Contenido de aire atrapado con relación al tamaño del agregado.....	53
Tabla 13. Relación agua / cemento.....	54
Tabla 14. Volumen del agregado grueso por metro cúbico del concreto.....	55
Tabla 15. Estimación del peso del concreto fresco.....	62
Tabla 16. Parámetros para diseño de mezcla de 280 Kg/cm ²	71
Tabla 17. Contenido de humedad del agregado fino obtenido en cantera UNICON YERBABUENA.....	72
Tabla 18. Contenido de humedad del agregado grueso USO 67 YERBABUENA.....	73
Tabla 19. Análisis granulométrico del agregado fino de material obtenido en Unicon Yerbabuena.....	74

Tabla 20. Análisis granulométrico del agregado grueso USO 67 obtenido UNICON Yerbabuena.....	75
Tabla 21. Peso específico y absorción del agregado fino ASTM C -128.....	75
Tabla 22. Peso específico y absorción del agregado grueso ASTM C -127.....	77
Tabla 23. Peso unitario SUELTO agregado fino.....	77
Tabla 24. Peso unitario COMPACTADO agregado fino.....	77
Tabla 25. Peso unitario SUELTO agregado grueso.....	77
Tabla 26. Peso unitario COMPACTADO agregado grueso.....	78
Tabla 27. Contenido de información de agregados finos - agregado grueso.....	79
Tabla 28. Tabla para hallar el límite de resistencia y resistencia promedio.....	79
Tabla 29. Tabla para hallar el slump de concreto para pavimentos.....	79
Tabla 30. Tabla para hallar el slump de concreto para pavimentos.....	80
Tabla 31. Tabla para hallar el volumen unitario de agua.....	80
Tabla 32. Tabla para hallar la relación a/c para diseño de mezcla 280 Kg/cm ²	81
Tabla 33. Tabla para hallar la relación a /c para diseño de mezcla 280 Kg/cm ²	82
Tabla 34. Tabla con datos de peso en seco de materiales agua, cemento, a. grueso.....	83
Tabla 35. Tabla con datos para diseño corregido de 280 kg/cm ²	84
Tabla 36. Proporción en Peso.....	85
Tabla 37. Proporción en Volumen.....	85
Tabla 38. Granulometría para agregados de diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 3%.....	86
Tabla 39. Tabla con datos corregidos para diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 3%.....	87

Tabla 40. Proporción en peso de diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 3%.....	87
Tabla 41. Proporción en volumen de diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 3%.	87
Tabla 42. Granulometría para agregados de diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 5%.....	88
Tabla 43. Tabla con datos corregidos para diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 5%.....	89
Tabla 44. Proporción en peso de diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 5%....	89
Tabla 45. Proporción en volumen de diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 5%.	89
Tabla 46. Granulometría para agregados de diseño con adición de viruta reciclada de 1” al 3%.....	90
Tabla 47. Tabla con datos corregidos para diseño con adición de viruta reciclada de 1” al 3%.....	91
Tabla 48. Proporción en peso de diseño con adición de viruta reciclada de 1” al 3%.....	91
Tabla 49. Proporción en volumen de diseño con adición de viruta reciclada de 1” al 3%.	91
Tabla 50 .Granulometría para agregados de diseño con adición de viruta reciclada de 1” al 5%.....	93
Tabla 51. Tabla con datos corregidos para diseño con adición de viruta reciclada de 1” al 5%.....	93
Tabla 52. Proporción en peso de diseño con adición de viruta reciclada de 1” al 5%.....	94
Tabla 53. Proporción en volumen de diseño con adición de viruta reciclada de 1” al 5%.	94
Tabla 54. Resultados de ensayo para resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 edades.....	94
Tabla 55. Resultados de promedio de resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14,28 edades.....	94
Tabla 56. Resultados de ensayo para resistencia a la compresión para diseño con agregados de ½” al 3% a los 7, 14,28 edades.....	95

Tabla 57. Resultados de promedio de resistencia a la compresión para diseño con agregados de ½” al 3% de testigos a los 7, 14,28 edades.....	96
Tabla 58. Resultados de ensayo para resistencia a la compresión para diseño con agregados de ½” al 5% a los 7, 14,28 edades.....	97
Tabla 59. Resultados de promedio de resistencia a la compresión para diseño con agregados de ½” al 5% de testigos a los 7, 14,28 edades.....	98
Tabla 60. Tabla de comparación de f’c de compresión de diseño patrón y agregado de viruta ½” al 3% y 5%.....	98
Tabla 61. Tabla de comparación de f’c de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta ½” al 3%.....	98
Tabla 62. Tabla de comparación de f’c de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta ½” al 5%.....	98
Tabla 63. Resultados de ensayo para resistencia a la compresión para diseño con agregados de 1” al 3% a los 7, 14,28 edades.....	99
Tabla 64. Resultados de promedio de resistencia a la compresión para diseño con agregados de 1” al 3% de testigos a los 7, 14,28 edades.....	100
Tabla 65. Resultados de ensayo para resistencia a la compresión para diseño con agregados de 1” al 5% a los 7, 14,28 edades.....	101
Tabla 66. Resultados de promedio de resistencia a la compresión para diseño con agregados de 1” al 5% de testigos a los 7, 14,28 edades.....	102
Tabla 67. Tabla de comparación de f’c de compresión de diseño patrón y agregado de viruta 1” al 3% y 5%.....	102
Tabla 68. Tabla de comparación de f’c de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta 1” al 3%	102
Tabla 69. Tabla de comparación de f’c de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta 1” al 5%	103
Tabla 70. Tabla de resultado de ensayo de tracción de diseño patrón.....	104

Tabla 71. Tabla de resultado de ensayo de tracción de diseño con agregado de viruta reciclada de 1/2" al 3%.....	105
Tabla 72. Tabla de resultado de ensayo de tracción de diseño con agregado de viruta reciclada de 1/2" al 5%.....	105
Tabla 73. Tabla de comparación de f'c de tracción indirecta de diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 3% y 5%.....	105
Tabla 74. Tabla de comparación de f'c de tracción indirecta entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 3%	106
Tabla 75. Tabla de comparación de f'c de tracción indirecta entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 5%.....	106
Tabla 76. Tabla de comparación de f'c de tracción indirecta de diseño patrón y agregado de viruta 1" al 3% y 5%.....	107
Tabla 77. Tabla de comparación de f'c de tracción indirecta entre diseño patrón y agregado de viruta 1" al 3%	108
Tabla 78. Tabla de comparación de f'c de tracción indirecta entre diseño patrón y agregado de viruta 1" al 5%.....	108
Tabla 79. Tabla de resultado de ensayo de flexión de diseño patrón.....	108
Tabla 80. Tabla de resultado de ensayo de flexión de diseño con agregado de viruta reciclada de 1/2" al 3%.....	109
Tabla 81. Tabla de resultado de ensayo de flexión de diseño con agregado de viruta reciclada de 1/2" al 5%.....	109
Tabla 82. Tabla de resultado de ensayo de flexión de diseño con agregado de viruta reciclada de 1/2" al 3% y 5%.....	109
Tabla 83. Tabla de comparación de f'c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 3%.....	109
Tabla 84. Tabla de comparación de f'c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 5%.....	112
Tabla 85. Tabla de comparación de f'c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta 1" al 3% y 5%	113

Tabla 86. Tabla de comparación de f^c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta
1" al 3% 114

Tabla 87. Tabla de comparación de f^c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta
1" al 5% 115

Índice de figuras

Figura 1. Modo de fallas de probetas cilíndricas sin fibras y fibroreforzadas sometidas a tracción indirecta.....	23
Figura.2. Clasificación de las fibras.....	31
Figura 3. Viruta de acero obtenido de los desechos de empresa metalmecánica.....	33
Figura 4. Maquinaria donde realizan trabajos de tornería con material de acero.....	36
Figura 5. Componentes del concreto.....	38
Figura 6. Identificar las probetas antes de refrentarlas.....	47
Figura 7. Tipos de roturas de probetas para ensayos de Compresión.....	47
Figura 8. Ensayo de tracción indirecta.....	49
Figura 9. Gráfico de granulometría de agregado fino dentro de los límites.....	52
Figura 10. Gráfico de granulometría de agregado grueso USO 67 dentro de los límites.	53
Figura 11. Dimensiones de probeta y análisis de resistencia a la compresión.....	92
Figura 12. Dimensiones de cono para ensayo de rotura.....	92
Figura 13. Gráfico de barras con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2” al 3% y 5%	95
Figura 14. Gráfico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2” al 3%.....	96
Figura 15. Gráfico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2” al 5%.....	97
Figura 16. Gráfico de barras con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1” al 3% y 5%	99
Figura 17. Gráfico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1” al 3%	100

Figura 18. Gráfico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1” al 5%	101
Figura 19. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2” al 3% y 5%.....	103
Figura 20. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2” al 3%.....	104
Figura 21. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2” al 5%.....	105
Figura 22. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1” al 3% y 5%.....	106
Figura 23. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1” al 3%.....	107
Figura 24. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1” al 5%.....	108
Figura 25. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2” al 3% y 5%.....	109
Figura 26. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2” al 3%.....	110
Figura 27. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2” al 5%.....	111
Figura 28. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1” al 3% y 5%.....	112
Figura 29. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1” al 3%	113
Figura 30. Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1” al 5%	114

Índice de Anexos

Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	132
Anexo 2: Instrumentos y Validación de Instrumentos.....	135
Anexo 3: Diseño de Mezcla para concreto Patrón $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$	151
Anexo 4: Diseño de Mezcla de concreto con adición al 3% de virutas metálicas recicladas	159
Anexo 5: Diseño de Mezcla de concreto con adición al 5% de virutas metálicas recicladas	162
Anexo 6: Resultados de ensayos de resistencia a la Compresión.....	165
Anexo 7: Resultados de ensayos de resistencia a la Flexión.....	168
Anexo 8: Resultados de ensayos de resistencia a la Tracción Indirecta....	171
Anexo 9: Cantidad de probetas y vigas realizadas.....	174
Anexo 10: Normas aplicadas para ensayos de concreto en estado fresco y endurecido	188
Anexo 11: Presupuesto y Cronograma de la Tesis.....	192
Anexo 12: Panel Fotográfico.....	195

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar el comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas, con el fin de lograr conseguir mediante ensayos principales (compresión, flexión, tracción) un concreto resistente de manera tal que brinde durabilidad y mejor tiempo de vida en los pavimentos rígidos, asimismo una mejor opción para la variación del factor económico. Nuestra investigación se basa en un Método Científico, de diseño Experimental de tipo Básico o Puro. En nuestra investigación se usó como población a 50 probetas (testigos) los cuales fueron sometidos a ensayos de compresión, flexión y tracción directa, analizando así sus propiedades mecánicas, estos resultados serán comparados paralelamente con un diseño de mezcla de concreto tradicional con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Para dichos ensayos en el laboratorio se basó en la aplicación del Método ACI, adicionalmente la aplicación de normas para ensayos de concreto en estado frío y endurecido. Adicionalmente todos los resultados y ensayos elaborados fueron examinados y evaluados bajo el juicio de expertos cuya aprobación a los resultados mencionados, fueron expresos en fichas firmadas por los mismos especialistas.

Palabras Clave: Concreto, Propiedades mecánicas, virutas de acero, recicladas, pavimentos rígidos.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to analyze the mechanical behavior of concrete with the addition of recycled steel shavings, for which it is tried to achieve a resistant concrete in such a way that it provides durability and better life time in rigid pavements. Our investigation is of a Scientific Method, of Experimental design of Basic or Pure type. In our research, 50 samples (witnesses) were used as a population, which were subjected to tests of compression, bending and direct traction, analyzing their mechanical properties, these results will be compared in parallel with a traditional concrete mixing design with $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$. For these tests in the baso laboratory in the application of the Aci Method, additionally the application of standards for tests of concrete in cold and hardened state. Additionally, all the results and trials prepared were examined and evaluated under the judgment of experts whose approval of the aforementioned results were expressed in files signed by the same specialists.

Keywords: Concrete, mechanical properties, steel shavings, recycled, rigid pavements.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Se ha visto con el pasar de los años que el sector de la construcción a nivel mundial ha venido incorporando en el concreto convencional distintos elementos como “adición de refuerzo”, entre ellas están las fibras, clasificadas como: fibras metálicas, fibras naturales y fibras poliméricas, para mejorar su desempeño, así mismo como sus propiedades mecánicas.

Para el caso de los pavimento rígidos convencionales en la actualidad, están siendo de uso temporal debido a su baja resistencia a flexión del concreto; el cual genera su deterioro prematuro ya que el concreto es resistente a la compresión pero no a la tracción, por lo cual se forman grietas internas y que se propagan a la superficie del pavimento, para la absorción de los esfuerzos de tracción se incorpora convenientemente barras de refuerzos de acero en el pavimento pero esto no necesariamente resuelve el problema ya que el concreto simple carece de comportamiento dúctil, resistencia al corte, al impacto y a la fatiga.

Ante ello se hace la necesidad de analizar el comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas, cuyo estudio es de importancia para mejorar, optimizar y potenciar el uso de este nuevo concreto en la industria de la construcción en el Perú, a bajo costo y con un enfoque al uso de elementos residuales metálicos.

Considerar incorporar fibras de acero en el diseño de concreto para que actúe como refuerzo, es obtener un resultado óptimo para mejorar el desempeño mecánico y la durabilidad del concreto, ya que reducirá y controlará la posible propagación de las grietas generadas por la retracción. En adición, se puede obtener un incremento en la capacidad de carga post agrietamiento, logrando así, que dicho material llegue a soportar cargas de hasta valores más altos de deformación con el aumento de la ductilidad y la tenacidad del material compuesto obtenido.

“Por ende, el beneficio mecánico al agregar fibras como material de refuerzo en el concreto es obtener el incremento de algunas de las propiedades del compuesto, tales como la resistencia, la tenacidad y el módulo de elasticidad, los esfuerzos de flexotracción”. (Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero, 2013).

En la actualidad, el incremento económico y el desarrollo del país peruano logran nuevos retos en la Ingeniería. En el área de la infraestructura vial, como en muchas otras, esto se hace cada vez más evidente y necesario, para ello es necesario considerar la importancia de la mezcla del concreto. Con el pasar del tiempo, se ha venido realizando diversas pruebas de diseño de mezcla reforzado.

(Mármol Salazar, 2012) “En la década de 1960, el acero, el vidrio (GFRC), y las fibras sintéticas, como las fibras de polipropileno, se utilizan para el refuerzo del concreto y la investigación del concreto reforzados con nuevas fibras continúa en la actualidad” (p.8).

Ante ello es importante considerar las características del diseño y desarrollo de estructuras durables, de esta forma puedan resultar siendo eficiente desde el punto de vista económico y funcional, con la finalidad que se pueda lograr un buen servicio y que sea capaz de soportar el incremento constante del tráfico vehicular, de las cargas adicionales, así mismo el transporte masivo de peatones.

La utilización de concreto reforzados con fibras de acero, es una tecnología que se ha venido probando en el país, la cual no ha sido plenamente aprovechada; sin embargo, la utilidad de virutas de acero, es aún primaria ya que aún no se obtiene al detalle del estudio completo y aporte máximo de sus beneficios en los pavimentos rígidos.

Con este fin, nuestro proyecto de investigación, pretende analizar el comportamiento mecánico del concreto reforzado con virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos comparándola con un concreto convencional, así mismo encontrar un diseño de mezcla óptimo con adición de virutas de acero al 3% y 5%. Para así de esta manera hallar los beneficios obtenidos al emplear virutas de acero reciclados en los pavimentos rígidos, afirmado esto nos guiamos en base al uso de fibras de acero, los que podrían en futuro verse reflejados, en el desarrollo de pavimentos más durables y rentables.

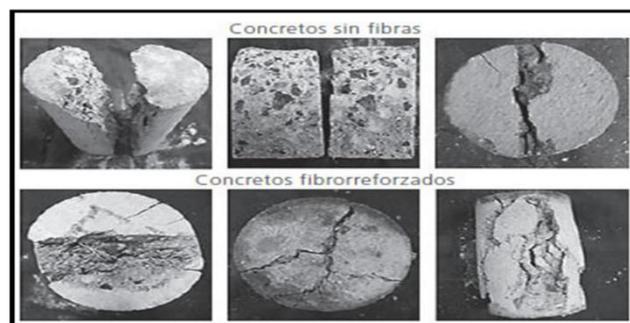


Figura 1: Modo de fallas de probetas cilíndricas sin fibras y fibrorreforzadas sometidas a tracción indirecta.

1.2. Trabajos previos:

En la búsqueda de dar con estudios para nuestro proyecto de investigación no se ha encontrado muchas investigaciones experimentales con respecto a nuestra variable independiente (virutas de acero recicladas), por ello tomamos como base de referencia a las fibras de acero donde se pudo encontrar proyectos de investigaciones teóricas y experimentales.

NACIONAL

- (De la Cruz, W. R. y Quispe , W. R., 2014) En su tesis de pregrado con el título de *“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”* fijaron como *objetivo* investigar las influencias de la adición de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto, así como también definir los pros técnicos del empleo del concreto con adición fibras de acero; para ello empleó su *metodología* la cual consistió en la realización de ensayos con probetas cilíndricas y prismáticas para luego comparar los ensayos obtenidos entre el concreto convencional y el concreto con fibras de acero Wirand FF1, ante ello obtuvieron como mejor *resultado* en lo que respecta a los ensayos a la resistencia a compresión en concreto fibro-reforzado en el tiempo de 28 días con 272 kg/cm², en el caso a la resistencia a flexión (módulo de rotura) los mejores resultados lo obtuvieron a la edad de 45 días con 44 kg/cm², finalmente llegaron a la *conclusión* que el concreto fibro-reforzado no tiene mayor influencia en el incremento de la resistencia a compresión ya que el aumento es pequeño, en la resistencia a flexión concluyeron que la incorporación de fibra de acero en el concreto es relevante en el incremento de la resistencia, también que el espesor de la losa del pavimento rígido disminuyó 5 cm respecto a una losa convencional, se deduce que como el acero facilita el refuerzo a la losa, esto garantiza un control óptimo a la figuración.

- (Muñoz, A. G. y Pacheco, D. D., 2018) En la tesis de pregrado titulado: *“Estudio para la optimización del diseño de un concreto auto-compactante reforzado con fibra de acero”* fijo como **objetivos** encontrar el diseño de mezcla óptimo para su concreto con fibra de acero de resistencia moderada, variando el porcentaje de adición de fibra y comparando las propiedades tanto físicas como mecánicas para la incrementación de la capacidad de resistencia y disminución de su fisuración por medio de ensayos en laboratorio. Aplicando una **metodología** del comité ACI con 3 relaciones a/c de 0.45, 0.50 y 0.55 con un solo tipo de agregado, se desarrolló 7 diseños con una misma relación agua/cemento variando la cantidad de fibra (kg por m³) con la finalidad de cumplir las especificaciones técnicas, redujeron la cantidad de fibra mediante la evaluación de las resistencias: comprensión, tracción, flexión y retracción libre; los ensayos se realizaron también para evaluar las propiedades en estado fresco del concreto auto-compactante con los siguientes: ASTM C 1611 (ensayo de fluidez de asentamiento) y para la evaluación del estado endurecido del concreto realizaron ensayo a comprensión (ASTM C39) a edades 3,7 y 28 días, ensayos a tracción por comprensión diametral (ASTM C496) a edades 7, 14, y 28, ensayo a flexión (ASTM C78) a edades 7 y 28 días y ensayo a retracción libre a edades 3, 7, 14, 28 y 90 días (ASTM C490); obtuvo como **resultados** que el CONCRETO AUTO-COMPACTANTE FIBRO-REFORZADO 5 con 60 kg de adición presenta un mejor desempeño pero que no justifica el mayor gasto por lo cual señala como **conclusiones** que el diseño optimo será el CONCRETO AUTO-COMPACTANTE FIBRO-REFORZADO 1 con 20kg por m³ que presenta una mejora de 27% en comprensión, 7% en flexión, 27% en tracción y 30% en retracción.
- (Laos, W. J., 2011) En su tesis que lleva el título de *“Utilización de fibras metálicas para la construcción del concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa”* fijó como **objetivo** evaluar cuales son los beneficios del uso de fibras en el concreto y utilizarlo en la zona del proyecto para ello se quiso encontrar relación de resistencia del concreto en diferentes periodos de tiempos con y sin fibra, encontrar un diseño de mezcla y hallar también el módulo de rotura en vigas ensayadas a 28 días llevadas a cabo en ensayos normalizados en laboratorios. Aplicando la metodología de investigación experimental, los

resultados obtenidos en la resistencia a compresión varía su resistencia para 7 días en un 15% y para los 14, 21 y 28 días es mayor en un 20%, lo que se quiso decir es que las fibras metálicas aumentó su resistencia según los porcentajes mencionados; para el caso de los resultados en la resistencia flexión del concreto con fibras metálicas obtuvo una mejora en la resistencia a comparación del concreto convencional con lo que es posible reducir los espesores de pavimento rígido, como **conclusión** el autor de la tesis propone como recomendación que la dosificación de fibra de acero sea de 25 kg por m³ de concreto y la colocación de aditivos plastificantes para la trabajabilidad del concreto.

- (Sotil, A. J. y Zegarra, J. E., 2015) en su proyecto de tesis de pregrado titulado “**Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido**” fijaron como **objetivo** dar comparación de las propiedades mecánicas del concreto convencional con respecto al concreto fibro-reforzado de acero del tipo Wirand FF3 y Wirand FF4, buscando analizar los resultados con componentes locales, así mismo buscaron realizar una base de datos para la empresa MACCAFERRI considerando las condiciones a la realidad peruana, utilizaron la **metodología** experimental para ensayos en laboratorio y para la realización del dimensionamiento se utilizó el método de diseño del método Británico, así también se usó la guía “**Informes técnicos de la sociedad del concreto**” N° 34, llegando a los **resultados** de las probetas de concreto con fibras FF3 Y FF4 ensayadas a 28 días dando la resistencia a la compresión una diferencia del 15% y 5% respectivamente, los resultados para la resistencia a flexión en la viga de ensayo con FF4 poseen mayores beneficios que con la fibra FF3, como **conclusión** la fibra de acero Wirand FF4 tiene mayor capacidad a la flexión debido a su mayor longitud y esbeltez, lo que evita que el concreto se separe eliminado así la propagación de las fisuras.
- (Pacheco, 2016) en su tesis de pregrado titulado “**Resistencia a compresión axial del concreto $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades, UPN -2016**” fijó como **objetivo** la determinación de la resistencia a compresión axial del concreto con adición de

diferentes porcentajes de virutas de acero en diferentes tiempos de curado, para la cual utilizó la *metodología* experimental la cual consistió en diseñar mezclas de concreto de resistencia de 175 kg/cm², incorporando virutas de acero en 2%, 4% y 6% en reemplazo del agregado fino para luego ser ensayados a los 7, 14 y 28 días de curado, obteniendo como *resultados* un incremento de resistencia a compresión del 9.02%, 12.47% y 15.58% respectivamente de los porcentajes de la incorporación de virutas de acero, a los 28 días, finalmente *concluyó* que los concretos incorporados con virutas de acero presentaron una resistencia a compresión axial mayor a los del concreto convencional.

INTERNACIONALES

- (Sánchez, J. L.; Cobo, A.; Díaz, B. y Mateos, I., 2015) en su proyecto investigación experimental titulada “*Estudio experimental del comportamiento a compresión de hormigones auto-compactantes reforzados con fibra de acero*” fijaron como *objetivo* el estudio de la conducta mecánica de un hormigón auto-compactante con fibras de acero, para ello se utilizó una *metodología* experimental en los cuales se realizaron ensayos a compresión mediante probetas cilíndricas y cúbicas así como ensayos no destructivos donde se mide la velocidad de ultrasonidos e índice esclerómetro, los *resultados* obtenidos muestran la variación de las respuesta del hormigón con el tiempo y la diferencia de los hormigones tradicionales con hormigones auto-compactantes reforzados con fibra de acero; llegaron a la *conclusión* que las probetas cúbicas dieron como resultado el crecimiento de forma más gradual de la resistencia a compresión que en el caso de la probeta cilíndrica.
- (Sarta, H. N. y Silva, J. L., 2017) en su tesis de pregrado titulada “*Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y al 6%*” fijaron como *objetivo* realizar un análisis comparativo del hormigón convencional y el hormigón reforzado con fibras de acero a un 4% y 6% en busca de una mejor resistencia a los esfuerzos. Se utilizó la *metodología* experimental, para el desarrollo de la tesis se realizaron ensayos en laboratorios como resistencia a la flexión, compresión y tensión, donde como *resultado* se dio un porcentaje de aumento considerable en la resistencia del concreto con

fibras de acero; en la resistencia a la compresión se obtuvo un aumento de su resistencia en 17,54% a la edad de 28 días; así también en la resistencia a la tracción el concreto fibro-reforzado obtuvieron resultados favorables de 42.26% del aumento en su resistencia frente al concreto convencional demostrando que las fibras reaccionaron positivamente a las cargas vivas; para la resistencia a la flexión del concreto fibro-reforzado al 6% presentó un aumento de la resistencia del 56,26% a la edad de 28 días. Llegando a la **conclusión** que en todos los casos ensayados se evidenció un aumento en la resistencia del concreto fibro-reforzado, adicionalmente las fibras generaron la propiedad de la ductilidad lo que permite que su falla no sea explosiva.

- (Guzmán, J. G., 2015) En la tesis titulada “*Estudio técnico experimental de una placa de hormigón reforzada con fibra de acero apoyada en el suelo aplicado en obras portuarias*” fijó como **objetivo** evaluar un modelo de un pavimento de hormigón reforzado con fibras de acero y compararlo con un pavimento convencional, también era diseñar un procedimiento de ensayos para el modelo en verdadera magnitud de un pavimento de hormigón reforzado con fibras de acero y uno convencional, a la vez compara la capacidad de carga, las características de deformaciones, modo de fallas, los valores de resistencias, deformaciones y modo de ruptura en pavimentos, su **metodología** es experimental y la comparación de los concretos se realizó con una dosificación de fibra de 40kg/m³, Los **resultados** en el ensayo de rotura por compresión muestra un valor ligeramente superior a las probetas de concreto convencional pero dentro del rango de valores esperados, en caso de rotura por flexo tracción a 3 puntos los resultados de las probetas prismáticas a 45 días presentan recuperación de la resistencia luego de la primera fisura, haciendo que el hormigón se comporte como un material dúctil finalmente **concluyó** que la incorporación de fibras en la matriz del hormigón, hacen que se desarrolle una resistencia residual a flexión que no se tienen en hormigones convencionales, logrando que los hormigones reforzados con fibra de acero tengan capacidades de cargas más elevadas.

- (Kamel, M. A., 2016) En el estudio de investigación titulada “*Quantification of Benefits of Steel Fiber Reinforced for Rigid Pavement*” indico como objetivo la determinación de parámetros de resistencia del hormigón reforzado con fibras de acero, su capacidad de carga y sus características de deflexión así también evaluó y se comparó con las del hormigón convencional. Su *metodología* es experimental y para ello eligió 3 mezclas de concreto diferente (uno hormigón convencional y dos mezclas son de hormigón fibro-reforzado con un contenido de fibra del 4% y 8% del peso del cemento) con ello se realizó pruebas en concreto fresco (como prueba de asentamiento, factor de compactación) y en concreto endurecido como: resistencia a la compresión, flexión, tracción y velocidad de pulso ultrasónico, finalmente los *resultados* con los ensayos permitió diseñar una mezcla de hormigón fibro-reforzado con un contenido de fibra de acero del 8% así también revelo la capacidad de carga de grietas de las losas fibro-reforzadas mejorada en un 19%, 15% y 7%, en *conclusión* con estos resultados se adoptó un concepto para cuantificar los beneficios del hormigos fibro-reforzado en términos de la extensión de vida útil del pavimento y en términos de reducción del espesor del concreto para la misma vida útil.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Virutas de acero

(Sarta, H. N. y Silva, J. L., 2017) *“El acero es considerado una aleación de hierro con una cantidad de carbono variable entre 0.03% y 1.075% y ambos materiales no deben confundirse; los dos componentes principales de acero se encuentran en la naturaleza y se pueden reciclar sin perder sus atributos y esta variedad hace que sea apto para numerosos usos en la industria y construcción”*.

(Sarta, H. N. y Silva, J. L., 2017 pág. 17): Define a las fibras como elementos delgados de corta longitud oscilando entre 5 y 6 cm y de diámetro pequeño ya que puede tener menos de 0.025mm que añadidos en grandes cantidades pueden ser capaz de mejorar la resistencia al concreto siempre y cuando consideremos el proceso de fabricación para lograr lo requerido; en la actualidad son usados en la construcción siendo las industrias el proveedor principal de diversas fibras entre ellas están el polipropileno, vidrio, nylon y como en nuestro caso el acero que ayudaran a crear nuevas técnicas para materiales más resistentes según las necesidades específicas.

(MACCAFERRI, 2014) Indicó en su aporte de investigación que las fibras de acero según BISFA (oficina internacional para la estandarización de las fibras sintéticas) están clasificadas como fibras artificiales inorgánicas, también fijo que según el mercado actual, las fibras de acero en sus características mecánicas, lideran en módulo de elasticidad a diferencia de otra fibras.

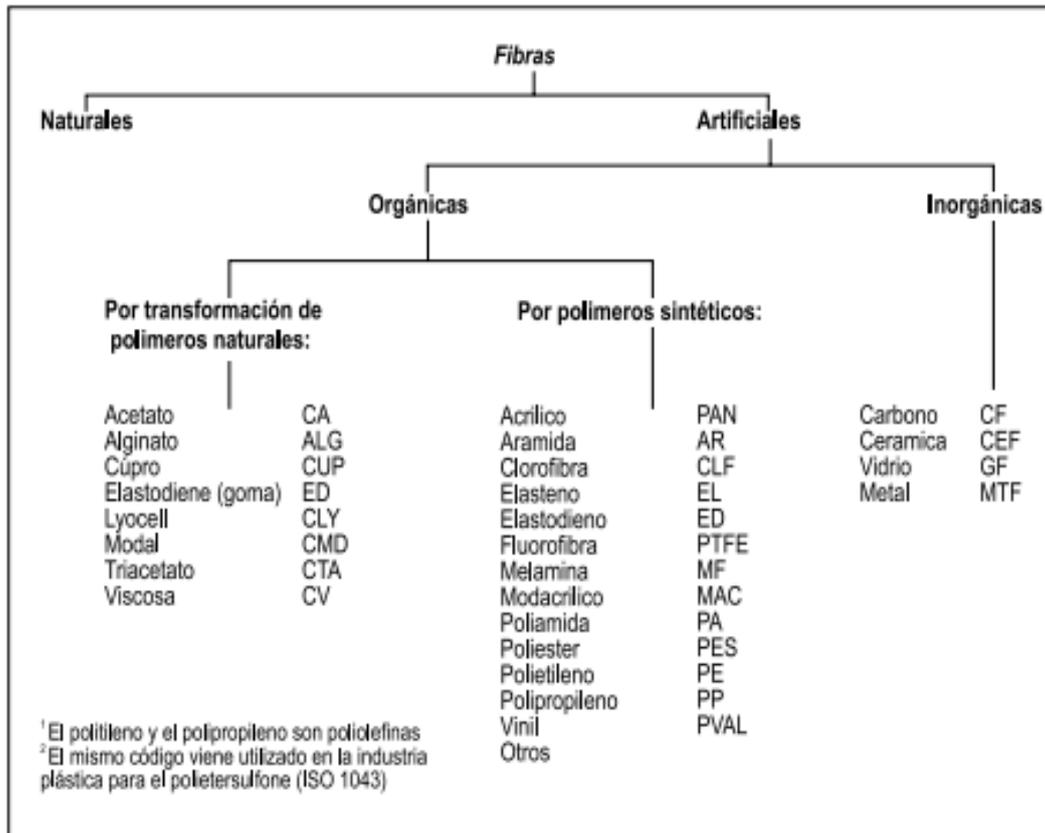


Figura. 2: Clasificación de las fibras
Fuente: MACCAFERRI.

Tabla 1
Características Mecánicas de las fibras

FIBRAS	DIÁMETRO (μm)	DENSIDAD (10^3 kg/m^3)	MODULO ELÁSTICO (kN/mn^2)	RESISTENCIA A TRACCIÓN (kN/mn^2)	ELONGACIÓN A RUPTURA (%)
Acero	5 - 500	7,84	200	0,5 - 2	0,5 - 3,5
Vidrio	9 - 15	2,60	70 - 80	2 - 4	2 - 3,5
Amianto	0,02 - 0,04	3,00	180	3,30	2- 3
Polipropileno	20 - 200	0,90	5 -7	0,5 - 0,75	8
Nylon	-	1,10	4	0,90	13 - 15
Polietileno	-	0,95	0,30	0,0007	10
Carbono	9	1,90	230	2,60	1
Kevlar	10	1,45	65 - 133	3,60	2,1 - 4
Acrílico	18	1,18	14 - 19,5	0,4 - 1	3

Fuente: MACCAFERRI

1.3.2. Tipos de virutas de acero

“ (ASALE, 2014) La asociación de Academias de la lengua española en su vigésimo tercer edición 23° (RAE) define el término de *viruta* como una hoja delgada que se saca con el cepillo y otras herramientas al labrar la madera o los metales, y que sale, por lo común, arrollada en espiral”

(Muñoz, A. G. y Pacheco, D. D., 2018) Existen diversos tamaños de fibras de diferente sección, rugosidad superficial y formas como resultados de cortes de máquinas o perfilaciones en frío; en cuanto a la forma pueden ser onduladas, rectas o con algunas deformaciones a lo largo de sus extremos; siendo esta las más útil en relación a la adherencia del concreto. Por otro lado, debemos tener en cuenta tres conceptos para comparar diversas fibras una con otra: la resistencia a la tracción, la relación de esbeltez y el anclaje (longitud/diámetro).

(Sánchez, J. L.; Cobo, A.; Díaz, B. y Mateos, I., 2015) Indicaron en su estudio experimental que las fibras con mayor resistencia son: de forma rizadas (onduladas), las fibras con extremos de ganchos para mejorar el anclaje y las de forma de pala al final de los extremos a comparación de las fibras rectas uniforme con misma longitud y diámetro; como resultado la cantidad necesaria de fibras rectas es mayor que la cantidad de las otras para lograr resistencia y ductilidad.

(Guevara Huarcaya, 2008) Indicó que el parámetro establecido para comparar una fibra de otra es su esbeltez expresada entre (longitud/diámetro) siendo las normales de 30mm a 50 mm pero tratando de no superar los 100mm porque se puede formar erizos durante el amasado; en otras palabras, un buen concreto con fibras es aquel que lograría aumentar respecto al concreto simple sus resistencias mecánicas considerando las características físicas de las fibras.

(Santalla, 2016) Los tipos de virutas de acero producidas afectan al acabado superficial de una muestra, destacando 2 tipos que se explican a continuación:

- **D1. Rectilínea**

Al cortarse el material y la viruta al hacerse de mayor tamaño se torna inestable llegando a romperse finalmente; en fibras rectilíneas, se suele formar con materiales dúctiles a grandes velocidades de corte, en general no siempre son deseables ya que tienden a enredarse en el portaherramientas, así como también en los sistemas de eliminación.

- **D2. Ondulada**

Este tipo de viruta se desarrolla en metales y en materiales no metálicos como plásticos y madera en sus operaciones de corte al desprenderse de la superficie de la pieza. Por lo general, la viruta tiende a enroscar más a medida que disminuye la profundidad de corte como también el uso de fluidos de corte y el uso de aditivos en el material.



Figura 3: Viruta de acero obtenido de los desechos de empresa metalmecánica
Fuente: Elaboración propia

1.3.3. Aportes de la fibra de acero en el concreto

(Montalvo, 2015) Define a las fibras de acero como elementos que cuentan con una alta resistencia y módulo de elasticidad, sin embargo, señala que cuenta con una deficiencia que es la corrosión; no obstante, esta se lucha y/o evita debido a que están revestidas de concreto.

(Cárdenas, 2015) Afirmó que la adición de fibras de acero al concreto ha demostrado mejorar su desempeño mecánico y capacidad portante, también afirmó que la rápida aplicación de las fibras a la mezcla y de prescindir de mallas o varillas como refuerzo en algunos casos, se ha hecho considerar como un refuerzo de alta calidad y económico; Cárdenas enlistó los aportes de las fibras de acero al concreto de la siguiente manera:

- Las fibras de acero “cosen” las fisuras del concreto proporcionando así la formación controlada de fisuras mayores y evitando al concreto endurecido a un comportamiento dúctil.
- Las fibras de acero mejoran las resistencias (flexión, tracción y corte) en el concreto, generando así un aumento a la capacidad portante.
- Las fibras de acero logran altas resiliencia es decir logran la capacidad de absorción de energía en el impacto y resistencia al impacto.
- Las fibras de acero convierten al concreto fibro-reforzado en un material isótropo y homogéneo, con igual rendimiento en todas las direcciones.
- Las fibras de acero distribuidas uniformemente en toda la estructura, son excelentes para cargas sin punto de aplicación definida.
- Estudios recientes indican que las fibras de acero junto con un reforzado tradicional son increíbles en el comportamiento bajo cargas sísmicas.

1.3.3.1. Aplicaciones de la fibra de acero en la ingeniería civil

(Sotil, A. J. y Zegarra, J. E., 2015) Indicó un campo amplio en la industria de la construcción donde se utiliza las fibras de acero como refuerzo al concreto, como:

- Pavimentos rígidos y pisos industriales: en estas obras las fibras de acero refuerzan los bordes de las juntas.
- Shotcrete: innovación aplicada como revestimiento de taludes, túneles y canales.
- Elementos prefabricados: las fibras en estos elementos mejoran notablemente el producto.

Para (Guevara Huarcaya, 2008) en su tesis de pregrado señala que la incorporación de fibras es una técnica aplicada a nivel internacional en diversos campos y hoy en día es utilizada en pavimentos, revestimiento de túneles, etc. Con el fin de mejorar una o varias de las propiedades del concreto dependiendo de la naturaleza, tipo y geometría de las fibras a emplear ya que el acero posee un módulo de elasticidad mayor, teniendo un alto alargamiento antes de la rotura y presentado buena adherencia.

(MACCAFERRI, 2014) Indico que las ventajas de las fibras de acero en el concreto para pavimentos rígidos son: Más rápidas y económicas en la colocación, tienen alta resistencia al impacto, mayor resistencia a la variación térmica, también mejor comportamiento a la fatiga, sección resistente y homogénea en todo su espesor, no tendría notables desprendimientos de los bordes lo que lleva a que tendría un menor mantenimiento del pavimento y su espesor es más reducido a comparación de un pavimento rígido convencional lo que es ventajoso en costos para una misma capacidad de carga (π . 45)

(Montalvo, 2015) Fijó que los pavimentos con fibras de acero tienen mayor ventaja a comparación de un pavimento tradicional porque las fibras de acero se distribuyen uniformemente en toda la mezcla del concreto y también tienen mayor resistencia ante las cargas de los vehículos ya que las fibras aumentan la versatilidad del concreto al reducir su fragilidad.

La obtención de este material al cual llamamos viruta ya que presenta una forma enroscada debido a procesos de tornería en empresas de metal-mecánica, son extraídos de dichas empresas como residuos o vale decir desechos ya que no tienen mayor valor a reciclar pues suelen luego ser arrojados juntos a otros desechos a los botaderos, llegando así a contaminar el medio ambiente como son el caso del Río Rímac, o estar expuestos al contacto de terceras personas y/o niños, creando así un impacto ambiental negativo.



Figura 4: Maquinaria donde realizan trabajos de tornería con material de acero
Fuente: Elaboración propia

1.3.4. Concreto y sus propiedades físicas y mecánicas

1.3.4.1. Concreto

El concreto convencional es considerado como un material compuesto conformado por pasta y áridos gruesos y finos, la unión de estos forma un material trabajable producto de una reacción química.

(Sanchez , D., 2011 pág. 221) Indicó que el concreto es un compuesto trabajable utilizado en la construcción, este material se obtiene de la combinación de: el cemento que ocupa entre el 7% y 15% de la mezcla, el agua entre el 14% al 18% de la mezcla y el agregado (grueso y fino) que entre el 59% y 76% del volumen de mezcla por otro lado se puede obtener otros materiales secundarios como adiciones y aditivos que ocupan entre un 1% a 7% de volumen de la mezcla.

(MACCAFERRI, 2014) Denomina al concreto (Hormigón) como un material con características importantes que lo mantienen vigentes en el mundo y con limitaciones que pueden ser minimizadas con fibras, las limitaciones del concreto es su comportamiento frágil y la baja capacidad de deformación ante la rotura.

1.3.4.2. Componentes del concreto

Los componentes del concreto con fibras de acero están conformados por: cementos, agua, áridos, aditivo y adición (fibras de acero), la diferencia a la mezcla convencional es que al ser las fibras de acero un elemento rígido, la docilidad (también definida como trabajabilidad) del concreto se ve reducida; aunque la incorporación de las fibras de acero al concreto no condiciona la naturaleza de sus componentes.

El concreto es un compuesto para la construcción obtenido de la mezcla de cemento portland, agregado finos y gruesos, agua y aire todas estas en

cantidades proporcionadas para llegar a conseguir propiedades señaladas, específicamente la resistencia (Abanto, 2009, p.11)

(Cachay, 2014) Indicó las proporciones típicas en volumen absolutos de los componentes del concreto que conforma:

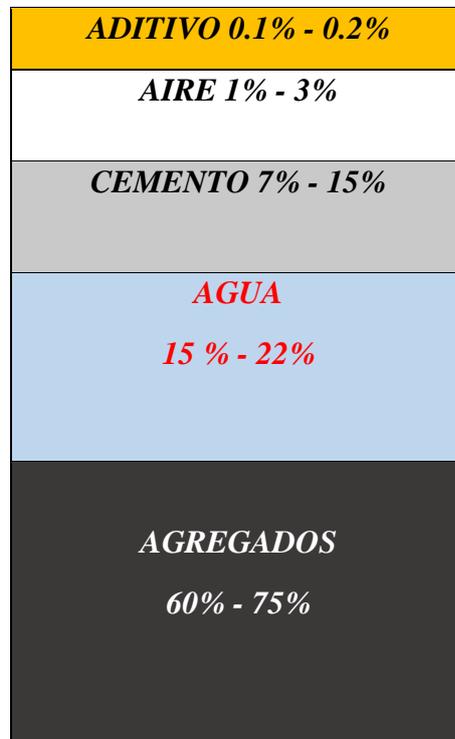


Figura 5: Componentes del concreto
Fuente: Ing. Rafael Cachay

a. Cemento Portland

Se describe como un material aglomerante el cual cuenta con propiedades de cohesión y adherencia, el cual le proporciona juntar fragmentos minerales, los cuales obtienen una resistencia y durabilidad adecuada. Así mismo, el Clinker es un mineral artificial conformado por silicatos, aluminio y ferro aluminatos de calcio, siendo así los cuatro compuestos principales del cemento que se observa en la tabla 1. (Sánchez, 2001, p.27)

Tabla 2
Compuestos del Cemento Portland

Nombre del compuesto	Composición del óxido	Abreviatura
Silicato tricálcico	3CaOSiO_2	C_3S
Silicato dicálcico	2CaOSiO_2	C_2S
Aluminio tricálcico	$3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$	C_3A
Ferroaluminato tetracálcico	$3\text{CaOFe}_2\text{O}_3\text{Al}_2\text{O}_3$	C_4AF

Fuente: Sánchez, 2002, p.35

b. Agregados

Son llamados áridos, materiales provenientes de la trituración o molienda de rocas, los cuales se juntan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y el agua formando los morteros y concretos. Estos agregados componen el 65 – 75% en volumen de la mezcla del concreto. Tener en cuenta que es de importancia que los agregados se encuentren libre de impurezas como limo, arcilla y materia orgánica, que puedan atenuar al unir la pasta de cemento. (Abanto, 1995, p.23)

- **Agregado fino**

Se conoce como agregado fino a la arena o piedra natural triturada, de tamaños pequeños que pasa por el tamiz de 3/8” (9.5mm) el cual llega a cumplir con los límites estandarizados de la norma NTP 400.037. (Abanto Castillo, 2017)

Tabla 3
Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz		Porcentaje que pasa
9.5mm	3.8”	100
4.75mm	Nº4	95 - 100
2.36mm	Nº8	80 - 100
1.18mm	Nº16	50 - 85
600µm	Nº30	25 - 60
300 µm	Nº50	05 - 30
150 µm	Nº100	0 - 10

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037, 2002, p.9

- **Agregado grueso**

El agregado grueso a la grava o piedra chancada, proviene de la descomposición natural o mecánica de las rocas, en el cual se encuentra retenido en el tamiz normalizado N°4 (4.75 mm), dichos límites son establecidos en la norma NTP 400.037.

Tabla 4

Requerimientos granulométricos del agregado grueso

		Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
huso	tamaño máximo nominal	10 0m m (4")	90mm (3 ½ ")	75 mm (3 ")	63 mm (2½ ")	50 mm (2 ")	37.5 mm (1 ½ ")	25. 0 mm (1 ")	19.0 mm (¾ ")	12.5 mm (1/2 ")	9.0 mm (3/8 ")	4.7 5 mm (N° 4)	2.36 mm (N°8)	1.18 mm (N°1 6)	300 µm (N°5 0)
1	90 mm a 37.5 mm (3 ½ " a 1 ½ ")	10 0	90 a 100	.....	25 a 60	.....	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2	63 mm a 37.5 mm (2½ " a 1 ½ ")	.....	.....	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
3	50 mm a 25.0 mm (2 " a 1 ")	.....	.....	.....	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	.....	.....
357	50 mm a 4.75 mm (2 " a N°4)	.....	.....	.....	100	95 a 100	.....	35 a 70	.....	10 a 30	.....	0 a 5	.....	.....	.....
4	37.5 mm a 9.0 mm (1 ½ " a ¾ ")	.....	.....	.....	.....	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	.....	0 a 5	.....	.....	.....	.....
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ " a N°4)	.....	.....	.....	.....	100	95 a 100	.....	35 a 70	.....	10 a 30	0 a 5	.....	.....	.....
5	25 mm a 12.5 mm (1 " a 1/2 ")	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	.....	.....	.....	.....
56	25 mm a 9.5 mm (1 " a 3/8 ")	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	.....	.....	.....
57	25 mm a 4.75 mm (1 " a N°4)	.....	.....	.....	.....	.....	100	95 a 100	.....	25 a 60	.....	0 a 10	0 a 5	.....	.....
6	19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8 ")	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	.....	.....	.....
67	19 mm 4.75 mm (3/4" a N°4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	.....	20 a 55	0 a 10	0 a 5	.....	.....
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 " a N°4)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	40 0 70	0 a 15	0 a 5	.....	.....
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 " a N°8)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	.....
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 " a N°16)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N°4 a N°16)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037, 2002, p.8

c. Agua

El agua empleado en el concreto es aquel que se usa para el consumo humano, se debe encontrar en un estado limpio, libre de sustancias orgánicas y sin sales, puesto que pueden afectar al concreto tanto en el fraguado como en la resistencia. Teniendo en cuenta ello el agua debe cumplir requisitos estipulados en la norma NTP 339.088 y ASTM C 1603. (Norma Técnica Peruana, 2006, p.4).

1.3.5. PROPIEDADES DEL CONCRETO

(Sotil, A. J. y Zegarra, J. E., 2015) Indicaron que el concreto tiene dos estados el fresco y el endurecido cada una de ellas varían en comportamientos y usos; para ello los divide en *concreto fresco* resaltando la trabajabilidad, tiempo de fraguado y el *concreto endurecido* resaltando la resistencia y durabilidad.

1.3.5.1. Propiedades físicas del concreto

(Carrillo, J. R. y Rojas, J. F., 2017) Indicaron que entre las propiedades del concreto fresco se encuentran: La trabajabilidad, cohesividad, segregación, exudación y la consistencia, esta ultima los autores fijaron que es una propiedad que define la humedad de la mezcla y cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad de colocación de la mezcla.

(Pacheco, 2016) Indicó que el concreto debe cumplir con las especificaciones técnicas para su fácil trabajabilidad y nombró los ensayos en el concreto fresco según Norma ASTN / NTP (Asociación Americana de Ensayos de Materiales / Norma técnica peruana), normas que consideraremos también en nuestro proyecto, de la siguiente manera:

- Asentamiento ASTM C 143 / NTP 339.035: Este ensayo está directamente ligado con la consistencia del concreto, esta consistencia se define por el grado de asentamiento de la misma, con ello se determina la aceptación de la mezcla o el rechazo.

- Peso unitario ASTM C 138 / NTP 339.046: En este ensayo el peso unitario es el peso volumétrico de una muestra representativa del concreto, en estado fresco, expresada en Kg/m³. Para la obtención del peso unitario del concreto fresco se aplica la siguiente formula:

$$P. U. C_{fresco} = \frac{(W_b - W_{me}) - W_b}{Vol.}$$

Dónde: W_b = Peso del balde

W_{me} = Peso de la mezcla

Vol.= Volumen del recipiente

Para pavimentos el peso unitario del concreto convencional está dentro de un rango de 2240 y 2400 kg por m³ (Kg/m³)

- Contenido de aire NTP 339.083: En esta norma nos indican que mientras más aire tenga el concreto su resistencia disminuirá, así también es necesario el contenido de aire en el concreto para climas con temperaturas muy bajas. Para este ensayo se puede hacer uso de diferentes métodos para medir el contenido del aire como: ASTM C 231-ASTM C 173 – ASTM C 138.
- Temperatura del concreto NTP. 339.184: En esta norma indica la manera de medir la temperatura del concreto de 0.5° C de precisión y que el tiempo introducido en la mezcla sea este entre 2 minutos – 5 min.

1.3.5.1.1. Granulometría

(Arriaga, 2013), detalla que el proceso de granulometría comprende la distribución de los tamaños de las partículas y/o de los agregados reciclados, este procedimiento depende del proceso de trituración.

1.3.5.1.2. Absorción de agua

(Contreras L., 2012), asegura que la absorción de agua en los agregados reciclados varía en los rangos de 3,3% hasta un 13%. La mayor parte de absorción se presenta en el mortero adherido puesto que las partículas tienen una mayor absorción.

1.3.5.1.3. Contaminantes e Impurezas

La existencia de materiales como plásticos, vidrio, ladrillo, madera, materia orgánica, etc. Se convierten en impurezas, las cuales perjudican las propiedades del concreto reciclado.

1.3.5.1.4. Relación de agua/cemento

(Sánchez V., 2016), menciona que la relación agua/cemento será la misma que para el concreto; cabe resaltar que es un parámetro importante, pues influye en la resistencia final del mismo, para ello se deberá ajustar la relación agua/cemento en el concreto preparado con agregados de concreto reciclado mediante los ensayos correspondientes.

1.3.5.1.5. Porosidad

Para (Javier Z., 2016), define a la porosidad como la propiedad que tiene valores de 12.5% y 16%, esto es debido a la cantidad de mortero pegado que se encuentra en los agregados del concreto reciclado.

1.3.5.2. Influencia de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado fresco

a. Peso Unitario

Según (Jordan, J.; Viera, N., 2014), los agregados reciclados poseen una menor densidad, dicha afirmación se basa en Torben Hansen quien subraya que un concreto con agregados reciclados posee una densidad 5% menor.

b. Trabajabilidad

(Jordan, J.; Viera, N., 2014), acota que un componente que afecta la trabajabilidad es la forma y textura de los agregados reciclados. Por lo general se considera que un concreto mientras más fluido y consistente es más trabajable. Este resultado permite que el concreto pueda ser mejor manejado, compactado y recibir un buen acabado.

Para medir la trabajabilidad se realiza el ensayo de asentamiento, en la cual el equipo a utilizar es un molde a base de lámina metálica en forma de cono, con diámetros de 20 cm y 10 cm con altura de 30 cm. (Abanto, 1995, p.47)

Tabla 5
Clases de mezcla según su revenimiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0"- 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
Plástica	3"- 4"	Trabajable	Vibración Ligera
Fluida	> 5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto, 1995, p.49

Tabla 6
Requisitos de trabajabilidad para varios tipos de estructuras y condiciones de colocación

Condiciones de colocación	Grado de trabajabilidad	Slump mm
Pavimentos con adoquín	Muy bajo	Hasta 25
Concreto en masa, Secciones ligeramente reforzadas en losas, vigas, paredes, columnas, pisos, pavimentos colocados a mano, revestimientos de canales, zapatas	Bajo	25-75
Secciones muy reforzadas en losas, columnas, placas, trabajo de encofrado deslizante, hormigón bombeado	Medio	50-100 y 75-100
Trinchera, apilamiento in situ	Alto	100-150
Concreto extensible	Muy alto	150-200

Fuente: Norma American Concrete Institute (ACI 318R-05), 2005.

c. Exudación

Para (Jordan, J.; Viera, N., 2014), el sangrado en concretos con agregados reciclados, podría desarrollarse pasadas las dos horas del mezclado, esto involucra que se comprenda el fenómeno para el cual se deban tomar las precauciones adecuadas para controlar dicho fenómeno, caso contrario se produciría indudablemente el problema de agrietamiento.

d. Consistencia

La consistencia es la propiedad que permite medir la capacidad con la que el concreto puede fluir, punto importante puesto que con esta propiedad se puede determinar la factibilidad con la que el concreto puede compactarse. Este ensayo puede ponerse a prueba con el Cono de Abrams.

Según NTP 339.035

- El ensayo consiste en colocar una muestra de concreto fresco en un molde de cono trunco, cabe señalar que dicho cono tiene que estar debidamente limpio, seguidamente se compacta por varillado dando 25 golpes en lapsos de 1/3 del cono, luego se retira el cono en forma vertical logrando con ello que el concreto se asiente. Observando ello, se tiene que diferenciar la distancia vertical de la posición inicial y con la posición desplazada del concreto, esto finalmente nos indica el asentamiento.

1.3.5.3. Propiedades del concreto en estado endurecido

(Carrillo, J. R. y Rojas, J. F., 2017) Indicaron que con respecto al concreto endurecidos sus propiedades son: Elasticidad, extensibilidad y la resistencia, esta última los autores en su tesis fijan que es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento (expresada en relación de agua/cemento en peso)

(Cachay, 2014) Nos indica que los ensayos en concreto endurecido destacan aquellos que sirven para la determinación de las resistencias mecánicas y dentro de esos ensayos destaca el ensayo para la resistencia a compresión en muestras cilíndricas.

1.3.5.3.1. Comportamiento mecánico

(MACCAFERRI, 2014) Indicó que los pavimentos carreteros son considerados como losas apoyadas en el suelo sometidos a cargas y que a través de los distintos tipos de cargas, el comportamiento mecánico de las dichas losas es compatible con el nivel de esfuerzos resistentes que puede ofrecer las losas de concreto reforzado con fibras.

(Sánchez, J. L.; Cobo, A.; Díaz, B. y Mateos, I., 2015) Indicaron que “las fibras de acero mejoran la ductilidad del concreto bajo todo tipo de carga, pero su eficiencia en la mejora de la resistencia a compresión, tracción, esfuerzo cortante, torsión y flexión varía (p.2)”.

a. Resistencia a la Compresión

(INACAL, 2018) El instituto nacional de la calidad nos brinda las normas técnicas peruanas en las cuales se encuentra la NTP 339.034 en la que nos da a conocer el método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión.

Cabe resaltar que la resistencia a la compresión es la propiedad más importante del concreto, es un esfuerzo medido en Kg/cm². Para medir este esfuerzo se realiza ensayos mecánicos en probetas cilíndricas cuyo dimensionamiento de los cilindros es de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura y su diseño deberá incluir que las maquinas sean operadas por energía y no manual, aplicando carga continua sin detenimiento. Este ensayo está sujeto de acuerdo a la norma ASTM C39, en la cual para calcular la fuerza de compresión del cilindro se calcula al dividir la carga máxima obtenida de los ensayos entre el área calculada de la sección transversal según norma NTP 339.034.

Tabla 7
Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo de resistencia

Edad de Ensayo	Tolerancia de tiempo Permisible NTP 339.034	
	Horas	%
24 h	± 0.5	± 2.1
3 d	± 2	± 2.8
7 d	± 6	± 3.6
28 d	± 20	± 3.0
90 d	± 48	± 2.2

Fuente: Control de calidad del concreto

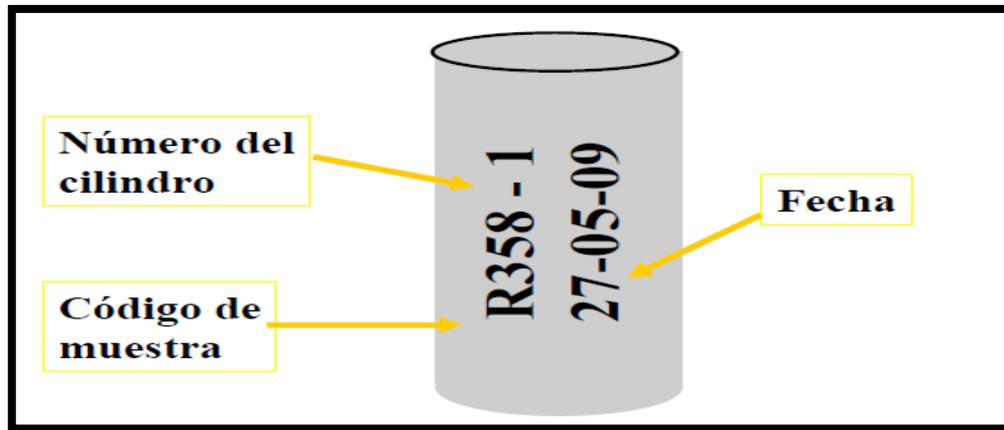


Figura 6: Identificar las probetas antes de refrentarlas

Fuente: Ing. Rafael Cachay

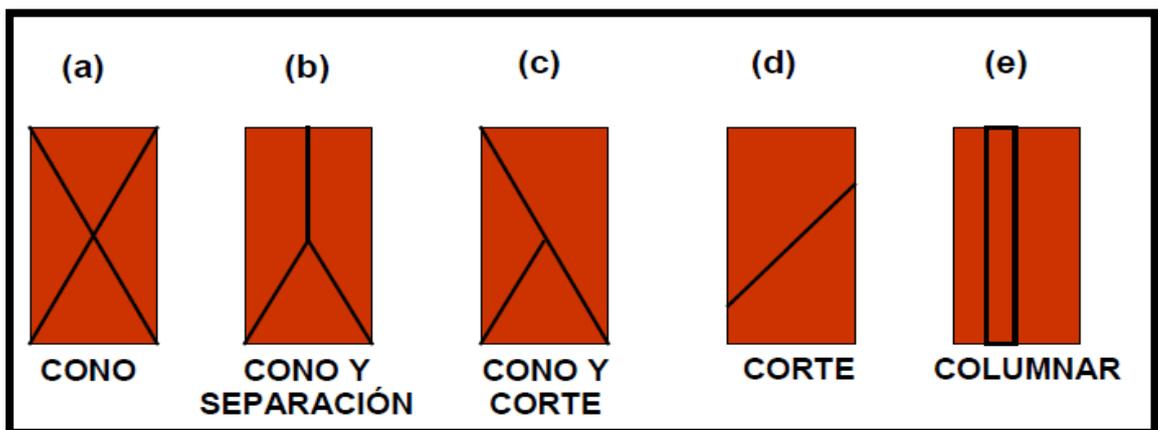


Figura 7: Tipos de roturas de probetas para ensayos de Compresión

Fuente: Elaboración propia

b. Resistencia a la flexión

(Norma NTP 339.079) para determinar la resistencia a la flexión del concreto simple es hacer un ensayo de vigas que están sometidas tanto a tensión como compresión. Según la norma el método de ensayo consiste en la realización de una viga para luego sobre ella aplicar una carga en los tercios de la luz hasta que se dé la falla, para ello las vigas deben cumplir la NTP 339.033, NTP 339.059 o NTP 339,183, tener en cuenta que sus superficies deben ser lisas libres de cangrejas.

Procedimiento:

- Después del diseño de la viga y luego de curarla inmediatamente se somete a la prueba de flexión.
- Para ello se aplica una carga de 3% y 6% de la carga de la rotura estimada.
- Se aplica la carga considerando que se continúa sin ser impactos a una velocidad constante.

(Montalvo, 2015) Indicó que el aumento de la resistencia a la flexión es mayor que por tensión o compresión puesto que la respuesta dúctil del concreto con fibras de acero en el lado de la tracción de una viga hace que el eje neutro se desplace hacia la zona de compresión; ante esto, se puede resumir que la deformación aplicada a esfuerzos de flexión acrecienta en rangos de 50 % a 70% más que el concreto no reforzado.

(Guevara Huarcaya, 2008) En su tesis de pregrado señala que la influencia de la resistencia a flexión repercute mejor que las propiedades de tensión o compresión, ya que el comportamiento dúctil del concreto fibroreforzado con acero en la tracción de una viga hace que el eje neutro se desplace hacia la zona de compresión.

c. Resistencia a la tracción indirecta

Según Abanto (2017) en su libro titulado “tecnología del concreto” indico que el ensayo de la resistencia a la tracción del concreto es muy baja que esta aproximadamente entre el 10% y 15% de la resistencia a la compresión (p.38).

Se indica que la resistencia viene a ser calculada a partir de la siguiente fórmula.

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

Donde:

P : carga máxima aplicada en kg

L : longitud del cilindro en cm

D : diámetro del cilindro en cm

R_t : Resistencia a la tracción del concreto en kg/cm²

Cabe señalar que este ensayo es importante para el diseño de control de calidad de todo tipo de obras, en especial las de pavimentación y estructuras hidráulicas. Este tipo de ensayo ayuda mucho, puesto que determina la carga máxima que podría resistir el concreto en estado endurecido, ya que en este tipo de ensayo el concreto resiste menos que en un ensayo por compresión.



Figura 8: Ensayo de tracción indirecta

Fuente: Ing. Rafael Cachay

1.3.6. Diseño de mezcla de concreto

El diseño de mezcla se desarrollará con los porcentajes de virutas de acero del 3%, 5% y 7% y así obtener la resistencia a compresión, flexión y tracción del concreto; El diseño de mezcla se realizará según método ACI-COMITÉ 211 (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) considerado como un método tabulador donde se hace uso de tablas estandarizadas.

(Pacheco, 2016) Señaló que el ACI data del año 1944, y está basado en requisitos físicos y granulométricos, establecidos por ASTM C33, para agregados; define el agua de la mezcla en función del tamaño del agregado y del SLUM como medida de trabajabilidad; también establece el volumen de agregado grueso compactado en seco y correlaciona la relación a/c (agua – cemento).

PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO DE MEZCLA CON MÉTODO ACI.

Para el uso del método ACI- COMITÉ 211 se requiere conocer:

- **PRIMERO** los resultados de ensayos a los materiales, como: Granulometría de agregados ASTM C 136, peso específico del cemento ASTM C 188, gravedad específica y absorción de agregados ASTM C 127 – 128, peso volumétrico de agregados ASTM C-29, contenido de humedad ASTM C 566 y ensayo de asentamiento ASTM C 143 o NTP 339.035; se requiere también datos como: Resistencia especificada ($f'c$), tipo de cemento según NTP 334.009, condición de exposición: sin aire incorporado o con aire incorporado.
- **SEGUNDO:** Determinar la resistencia promedio ($f'cr$)

(Cachay, 2014) Indicó que el concreto se comporta estadísticamente, en el caso que no se cuenta con resultados estadísticos de producción: El comité ACI a nivel mundial considera que el cálculo del $f'cr$ (resistencia promedio) será según la siguiente tabla:

Tabla 8

Calculo de la resistencia promedio (f'_{cr})

$f'c$ Especificado (Plano)	f'_{cr} (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'c + 70$
210 - 350	$f'c + 84$
Sobre 350	$f'c + 98$ (*)
	$1.10f'c + 50$

Fuente: Elaboración propia

- **TERCERO:** selección del asentamiento según el tipo de consistencia del concreto.

(Rodríguez, 2012) Indico que el asentamiento es un indicador de la consistencia del concreto relacionado con su estado de fluidez.

Tabla 9

Calculo de asentamiento según tipo de consistencia del concreto

Tipo de Concreto	Asentamiento	Comportamiento en la descarga
Muy seco	< 2"	No fluye
Seco *	2" a 3"	Necesita ayuda para fluir
Plastificado (estándar)*	4" a 5"	Fluye bien, forma pilas suaves
Fluido*	6" a 7"	Fluye rápidamente, no forma pilas
Muy fluido	> 7"	Muy fluido, > 8" se puede auto nivelar

Fuente: Ing. José Rodríguez

Para obtener el dato del asentamiento para el diseño de nuestra mezcla según el tipo de obra requerido, decidimos guiarnos del cuadro realizado por el ingeniero Vizconde.

(Vizconde, 2013) Indico en un cuadro el valor máximo y mínimo del asentamiento (SLUM), para diversos tipos de obras; esto ayuda a tomar un valor más exacto para la obtención del volumen unitario del agua.

Tabla 10

Asentamiento recomendado para diversos tipos de obras

<i>Tipo de Estructuras</i>	<i>Slump</i>	
	<i>Máximo</i>	<i>Mínimo</i>
Zapatas y muros de cimentación reforzado	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"
Notas		
1. El Slump puede incrementarse cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación Agua/Cemento ni exista segregación ni exudación.		
2. El Slump puede incrementarse en 1" si no se usa vibrados en la compactación		

Fuente: Ing. Hebert Vizconde

- **CUARTO:** Selección de volumen unitario de agua, son cantidades aproximadas para diferentes asentamientos, tamaño máximo de agregado, con aire incorporado y sin aire incorporado en el concreto.

Tabla 11

Volumen unitario de agua (lt/m³)

SLUMP	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	½"	¾"	1"	1 ½"	2"	3"	4"
Sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
% de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---
% de aire incorporado en función del grado de exposición								
NORMAL	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
MODERADA	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
EXTREMA	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: ACI 211

- **QUINTO:** Seleccionar el contenido de aire atrapado con relación al tamaño del agregado grueso, según la tabla confeccionada por el comité ACI a más pequeño el agregado más aire atrapado.

Tabla 12

Contenido de aire atrapado con relación al tamaño del agregado

TMN Agregado Grueso	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente: ACI 211

- **SEXTO:** Relación Agua/cemento por resistencia del concreto.

Tabla 13

Relación agua / cemento

Relación agua/cemento vs f'_c		
f'_c a 28 días	Relación Agua / Cemento en peso	
(kg/cm²)	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.54	0.45
350	0.47	0.39
400	0.42	---
450	0.38	LEY DE ABRAM'S

Fuente: ACI 211

- **SEPTIMO:** Se determina el factor cemento (C) con la siguiente formula:

$$C = \frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{Relación a/c}}$$

Luego el resultado se divide en el peso de una bolsa de cemento (42.5 kg) y se obtiene las cantidades de bolsas de cemento.

$$\text{Cantidades de bolsas de cemento} = \frac{C}{42.5 \text{ kg}} = \# \text{ bolsas de cemento}$$

- **OCTAVO:** En este paso se determina el contenido de agregado grueso por unidad de volumen del concreto, hay casos donde será necesario interpolar.

Tabla 14

Volumen del agregado grueso por metro cúbico del concreto

Tamaño Máximo Nominal del Agregado	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diferentes módulos de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.46	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211

Para determinar dicho contenido de agregado grueso se usa esta fórmula:

$$\text{Contenido de A. G.} = \text{Volumen de A. G.} * \text{peso seco compactado de A. G.}$$

- **NOVENO:** Luego se suma los volúmenes absolutos del cemento, agua y agregado grueso; para determinar el volumen del agregado fino se resta 1 menos la suma de los volúmenes anteriores (cemento, agua, aire y agregado grueso).

- **DECIMO:** En este paso se determina el peso seco del agregado fino.

Tabla 15

Estimación del peso del concreto fresco

TNM de la Piedra	Sin aire incluido
3/8"	2280
1/2"	2310
3/4"	2345
1"	2380
1 1/2"	2410
2"	2445
3"	2490
6"	2530

Fuente: ACI 211

$$Peso\ seco\ del\ A.F. = Volumen\ absoluto * peso\ especifico\ del\ A.F.$$

- **ONCEAVO:** Luego se determinó los valores de diseño por el contenido de humedad, finalmente se halla las proporciones en peso.

1.4. Formulación del problema

Teniendo la base de nuestra realidad problemática expuesta se planteó:

1.4.2. Problema general

¿Cuál es la influencia de la adición de virutas de acero recicladas al concreto en el comportamiento mecánico para pavimentos rígidos en Lima, 2018?

1.4.3. Problemas específicos

- ¿Cuánto incide la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la flexión para pavimentos rígidos en Lima, 2018?
- ¿Cómo atribuye la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la compresión para pavimentos rígidos en Lima, 2018?
- ¿En cuánto mejora la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la tracción para pavimentos rígidos en Lima, 2018?

1.5. Justificación del estudio

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad estudiar el comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero por medio de ensayos en laboratorio, debido a que consideramos un tema importante para nuestro país ya que se puede dar uso alternativo a desperdicios de virutas de acero en el concreto, con ello aportar a disminuir el exceso de botaderos de chatarras metálicas y que lleguen a los ríos o el mar, a la vez reducir la explotación de los recursos naturales.

(Sarta, H. N. y Silva, J. L., 2017), Tuvo como finalidad analizar mediante ensayos de compresión, tracción y flexión, las muestras de concreto de dosificación normal y comparada con los resultados obtenidos de muestras modificadas con fibras de acero, en los cuales se observó los porcentajes de aumento que se tuvieron de los concretos modificados respecto al convencional, en donde todos los casos se evidenció un aumento considerable en la resistencia del concreto medido por cada uno de los ensayos realizados.

1.5.1. Justificación metodológica:

Para lograr nuestro objetivo de estudio, sobre el comportamiento del concreto reforzado con virutas de acero, se acude al empleo de técnicas de investigación y/o trabajos experimentales. En este estudio se diseñarán mezclas de concreto simple y reforzado; el concreto reforzado se diseñará con diferentes porcentajes de viruta de acero respecto al agregado fino, con el fin de poder analizar el comportamiento de los diferentes diseños mencionados, a partir de las recomendaciones realizadas en los trabajos previos, respecto al comportamiento del concreto cuando se le adiciona virutas metálicas.

(Sarta, H. N. y Silva, J. L., 2017) Indicaron que, en base al análisis de resultados y ensayos aplicados, se puede observar los porcentajes de aumento que se tuvieron de los concretos modificados respecto al concreto convencional, en donde en todos los casos se evidenció un aumento considerable en la resistencia del concreto medido por cada uno de los ensayos realizados. Adicionalmente, las fibras de acero generaron la propiedad de ductilidad, lo que permite que al momento de fallar se muestre como una deformación, mas no una falla explosiva.

1.5.2. Justificación tecnológica

El presente proyecto de investigación sobre el comportamiento del concreto reforzado con virutas de acero, contribuye en el avance tecnológico del estudio del concreto aplicado a pavimentos rígidos, de manera que nos permitan conocer mediante nuevos resultados si es recomendable el uso de estos elementos en el diseño de mezcla, de esta forma se estaría sumando nueva información al alcance de otras investigaciones.

(Sarta, H. N. y Silva, J. L., 2017) Considero en su tesis, que el uso de fibras de acero tendrá un beneficio mutuo, tanto para las personas que habiten las construcciones desarrolladas de esta manera, como para los productores de las fibras que se lucran con dicha actividad. Dicho esto, es necesario implementar las fibras de acero para el mejoramiento y comodidad de las

construcciones, impulsando en el país a nuevas tecnologías y materias que generen un impacto en el desarrollo tecnológico y social.

1.5.3. Justificación económica

Es de mucha importancia implementar una alternativa de solución a los pavimentos rígidos para dar mayor resistencia, la implementación de fibras de acero en el Perú puede resultar un poco más costoso que en pavimentos rígido convencionales en la etapa de construcción, por eso nuestra propuesta es dar uso de virutas metálicas recicladas en pavimentos rígidos que con un buen diseño de mezcla y la adición correcta nos de las mismas ventajas que un pavimento rígido hecho con fibras de acero diseñado y patentadas, las fibras, por empresas dedicadas a su elaboración, así el costo sería menor al momento de construir un pavimento rígido con virutas metálicas recicladas.

(Ahad, y otros, 2015) Indicaron que se construyó un pavimento en una zona rural para evaluar la condición económica de pavimento y su ciclo de vida, lo que resulto es que es más económicamente sostenible que otros y también ayuda a reducir el espesor del pavimento hasta un 20% a 25%, debido a la excesiva resistencia de la fibra de acero.

1.6. Hipótesis

1.6.2. Hipótesis general

La adición de virutas de acero recicladas al concreto influye significativamente en el comportamiento mecánico para pavimentos rígidos en Lima, 2018

1.6.3. Hipótesis específicas

- La adición de viruta de acero reciclada al concreto incide directamente en la resistencia a la flexión para pavimentos rígidos en Lima 2018.
- La adición de virutas de acero reciclada al concreto contribuye positivamente en la resistencia a la compresión para pavimentos rígidos en Lima, 2018.
- La adición de virutas de acero reciclada al concreto mejora considerablemente la resistencia a la tracción para pavimentos rígidos en Lima, 2018.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Calcular la incidencia de la adición de virutas de acero recicladas al concreto en el comportamiento mecánico para pavimentos rígidos en Lima, 2018.

1.7.2. Objetivo específico

- Calcular la incidencia de adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la flexión para pavimentos rígidos en Lima, 2018.
- Analizar la contribución de adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la compresión para pavimentos rígidos en Lima, 2018.
- Estudiar cuanto mejora la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la tracción para pavimentos rígidos en Lima, 2018.

II. METODO

2.1. Diseño de investigación

Así detalla (Hernandez Sampietri, y otros, 2014), **los diseños experimentales** se realizan en laboratorios y campo con un control adecuado; en campo los investigadores tienen que manipular las variables independientes con sumo cuidado.

Teniendo en cuenta estas consideraciones nuestro estudio será de **diseño experimental** y estará dentro del grupo como cuasi experimental en vista a que los procedimientos a realizar en nuestro proyecto, ya existen y no serán realizados al azar.

Emplearemos una contrastación, en la que se utilizará una medición previa de la variable dependiente (Comportamiento mecánico del concreto) que será usada antes de la aplicación de la segunda variable independiente (virutas de acero).

2.1.1. METODO: CIENTÍFICO

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) El *método científico* tiene como finalidad esclarecer las relaciones entre las variables con el fin de confirmar la confiabilidad y dar fe de la validez de los resultados. Este método está basado en formular problemas acerca de la realidad del mundo y los hombres, tiene como ancla en esencia la observación de la realidad y la teoría ya existente para prever y poder dar soluciones a los problemas generados, de esta manera al contrastarlas para luego ser verificadas con la misma realidad, mediante la observación de los hechos y su análisis.

Tomando en cuenta estas indicaciones en nuestra investigación se iniciará con el planteamiento del problema principal el cual es conocer ¿Cuál es la influencia de la adición de virutas de acero recicladas al concreto en el comportamiento mecánico para pavimentos rígidos en Lima, 2018, en merito a la definición anterior en la investigación se aplicará el *método científico*, ya que se aplicarán los pasos principales de dicho método de estudio.

El agregado de virutas de acero recicladas, son extraídos de las fábricas de metal mecánica, las cuales son recogidas por nuestras personas como desechos, aprox. 20kg de agregado reciclado. Estos agregados son llevados al laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villareal, conjuntamente con los agregados finos y gruesos obtenidos de la cantera de YERBABUENA UNICON, 20kg de cada uno (piedra USO 67 – Arena gruesa). Seguidamente, tanto la arena gruesa como la piedra chancada serán tamizados y analizados para hallar sus propiedades físicas correspondientemente, asimismo las virutas recicladas pasaran por un procedimiento de selección cuya longitud para la elaboración de esta tesis contará con una longitud de 1” y ½”, tomando en cuenta ciertos parámetros referentes a antecedentes previos y empresas que trabajan con fibras prefabricadas. Como tercer paso, se procederá a realizar los diseños correspondientes con agregados de virutas recicladas al 5% y 7% y con sus respectivos ensayos para cada testigo en edades (7, 14, 28) sometidos a: Compresión, Flexión, Tracción.

Teniendo ya los resultados de los diversos ensayos de propiedades mecánicas, estos se compararán con un diseño de mezcla patrón, el cual nos servirá para ser evaluado respectivamente.

Tabla 16

Parámetros para diseño de mezcla de 280 Kg/cm²

PARÁMETROS	VALOR ESPECÍFICO
Uso	Pavimento para transito medio/pesado (Lima)
Resistencia	280 Kg/cm ²
Tamaño de agregado grueso	HUSO 67 (3/4”)
Adición	5% y 7%
Slump	3” – 1”
Viruta reciclada	1” – ½”
Cemento	Tipo I

Fuente: Elaboración propia

2.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según (Carrasco Diaz, 2014) “La investigación *básica o también llamada investigación pura o fundamental* son investigaciones que se lleva a cabo en ambientes como laboratorios y que buscan contribuir al aporte del conocimiento científico, creando o modificando aportes teóricos o experimentales ya existentes” (p. 44)

Teniendo en cuenta las observaciones mencionadas, el proyecto de investigación a realizar se enmarca de *tipo básica*, ya que, se realizaría ensayos en laboratorios para obtener el comportamiento del concreto para pavimento rígido con la adición de virutas de acero.

2.1.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVO-EXPLICATIVO

Según (Hernandez Sampietri, y otros, 2014), *los estudios explicativos* se enfocan más allá de las relaciones entre diversos conceptos y se direccionan a poder responder las causas de hechos sociales y físicos; es decir por qué ocurre y el entorno u condiciones en que en las que se manifiestan explicando así el por qué las variables se relacionan; por otro lado el *nivel descriptivo* mide una serie de conceptos en un momento determinado relacionando las dimensiones con ello; de tomar en cuenta estos detalles en nuestro proyecto a realizar tendrá un *nivel descriptivo - explicativo*, ya que podrá medir el comportamiento mecánico del concreto reforzado con virutas de acero.

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.2. Variables

En nuestro proyecto de investigación las variables que se desarrollan serán:

- *Variable Independiente:* VIRUTAS DE ACERO RECICLADAS
- *Variable Dependiente:* COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO.

2.2.3. Operacionalización de las variables

La Operacionalización de variables, se caracteriza porque nos indica cómo se va a medir las variables dentro de nuestro proyecto de investigación. En dicho cuadro se especificará las dimensiones e indicadores de medición, adicionalmente se detallará los problemas, objetivos e hipótesis de la investigación ya mencionada.

2.2.4. Matriz de Operacionalización de las variables

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADA PARA PAVIMENTOS RIGIDOS EN LIMA, 2018

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Problema principal	Objetivo Principal	Hipótesis principal			Adición de 3%
¿Cuál es la influencia de la adición de virutas de acero recicladas al concreto en el comportamiento mecánico para pavimentos rígidos en Lima, 2018?	Calcular la incidencia de la adición de virutas de acero recicladas al concreto en el comportamiento mecánico para pavimentos rígidos en Lima, 2018.	La adición de virutas de acero recicladas al concreto influye significativamente en el comportamiento mecánico para pavimentos rígidos en Lima, 2018.	Variable Independiente:	Viruta ondulada 1"	Adición al 5%
			VIRUTAS DE ACERO RECICLADA	Viruta ondulada 1/2"	Adición de 3%
					Adición al 5%
Problemas Específico	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas			
¿Cuánto incide la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la flexión para pavimentos rígidos en Lima, 2018?	Calcular la incidencia de adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la flexión para pavimentos rígidos en Lima, 2018	La adición de virutas de acero recicladas al concreto incide directamente en la resistencia a la flexión para pavimentos rígidos en Lima, 2018.		Resistencia a la Flexión	28 días hasta llegar al $f'c = 40 \text{ kg/cm}^2$
¿Cómo contribuye la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la comprensión para pavimentos rígidos en Lima, 2018?	Analizar la contribución de adición de viruta de acero recicladas al concreto en la resistencia a la comprensión para pavimentos rígidos en Lima, 2018	La adición de virutas de acero recicladas al concreto contribuye positivamente en la resistencia a la comprensión para pavimentos rígidos en Lima, 2018.	Variable Dependiente:	Resistencia a la Compresión	7,14, 28 días hasta llegar al $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
			COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CONCRETO		
¿En cuánto mejora la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la tracción para pavimentos rígidos en Lima, 2018?	Estudiar cuanto mejora la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la tracción para pavimentos rígidos en Lima, 2018.	La adición de virutas de acero recicladas al concreto mejora considerablemente la resistencia a la tracción para pavimentos rígidos en Lima, 2018.		Resistencia a la tracción	28 días hasta llegar al $f'c = 45 \text{ kg/cm}^2$

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable Independiente: VIRUTAS DE ACERO RECICLADAS	(Muñoz, A. G. y Pacheco, D. D., 2018): Existen diversos tamaños de fibras, de diferente sección, rugosidad superficial y formas como resultados de cortes de máquinas o perfilaciones en frío; en cuanto a la forma pueden ser onduladas, rectas o con algunas deformaciones a lo largo de sus extremos; siendo esta la más útil en relación a la adherencia del concreto. Por otro lado, debemos tener en cuenta tres conceptos para comparar diversas fibras una con otra: la resistencia a la tracción, la relación de esbeltez y el anclaje (longitud / diámetro).	<ul style="list-style-type: none"> • Se recogieron las virutas de acero eliminadas como los desechos de las empresas dedicadas al metal mecánica. • Se limpian y seleccionan los tipos de virutas de acero a utilizar. • Se realizaran los ensayos correspondientes considerando los indicadores en el laboratorio. 	Viruta ondulada	Adición al 3%
			1”	Adición al 5%
			Viruta ondulada	Adición al 3%
			1/2”	Adición al 5%
Variable dependiente: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO	(Montalvo, 2015) Indicó que el comportamiento mecánico del concreto es el comportamiento de sus propiedades mecánicas: flexión, comprensión, tracción y que las propiedades mecánicas del concreto fibro reforzado tiene que ser determinadas sobre probetas mediante ensayos normados.	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizará ensayo físico al concreto en estado fresco. • Se realizarán 50 probetas, de las cuales, 30 son para ensayos de comprensión, 10 de tracción, 10 flexion. • Se realizará ensayos de flexión, comprensión y tracción indirecta, a las probetas elaboradas. 	Resistencia a la Flexión	28 días hasta llegar al f'c = 40 kg/cm2
			Resistencia a la Compresión	7,14, 28 días hasta llegar al f'c = 280 kg/cm2
			Resistencia a la tracción	28 días hasta llegar al f'c = 45 kg/cm2

2.3. Población y muestra

POBLACIÓN:

(Balestrini A., 2013) “define a la población como un conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos, que presentan características comunes” (p.137).

Para nuestro proyecto de investigación la población serán las 50 probetas de concreto de $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ con y sin adición de virutas de acero residuales.

MUESTRA:

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) “Es en esencia un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolecta datos y que tiene que delimitarse” (p.173).

Para nuestro proyecto la muestra estará conformada por probetas cilíndricas y prismáticas de concreto sin viruta y con viruta de acero recicladas. Por ello se tomará como muestra 50 probetas (cilíndricas con prismáticas) de concreto sin adición de virutas de acero y con adición de virutas de acero recicladas:

6 probetas de concreto patrón las que no incluyen virutas de acero, 30 testigos para ensayos de compresión para tiempo de vejez de (7, 14, 28 días), 10 vigas para ensayos de flexión y 10 ensayos de vigas para tracción, en pruebas al 100 % - 28 días.

MUESTREO:

(Ñaupas, 2014) “El muestreo por juicio o criterio de investigación pertenece a las formas asumidas por el muestreo no probabilístico, que generalmente se da en las investigaciones experimentales” (p. 253).

En el presente trabajo se realizará el muestreo no probabilístico ya que para la recolección de datos se realizarán ensayos sometidas a esfuerzos mecánicos, con el fin de obtener una resistencia adecuada para pavimentos rígidos.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad

TÉCNICAS:

(Borja S., 2012) Detalla cómo el proceso de recolección de datos implica seleccionar el instrumento de recolección de datos, el cual debe ser válido y confiable. Para ello se utilizarán toda la información de campo, se deben exponer todos los formatos utilizados en la investigación. Aplicar dicho instrumento a la muestra de estudio; es decir obtener observaciones registros o mediciones de variables. Analizar la información recopilada

La principal técnica que se utilizará en este estudio será por la observación directa, análisis de documentos, ensayos de laboratorio para probetas cilíndricas y prismáticas con y sin adición de virutas de acero recicladas. Se realizarán ensayos en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villareal – Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil, en esta entidad el servicio del laboratorio está disponible a labores de investigación ya que presta servicios a entidades externas, se encuentra equipada con los instrumentos y materiales requeridos para nuestro desarrollo del proyecto.

Las técnicas a utilizar son:

- Análisis de Documentos y /o fichas
- Observación directa
- Ensayos de laboratorio para testigos cilíndricas y prismáticas según norma.
- Se aplicaran dichos ensayos según la norma peruanas (NTP)

INSTRUMENTO:

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) Afirma que, todo instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos: confiabilidad, validez y objetividad.

Los instrumentos que se aplicara en nuestro proyecto son:

- Ficha de recolección de datos.
- Balanza electrónica
- Prensa Hidráulica para comprensión, flexión y tracción indirecta, certificadas.

PROTOCOLOS:

- NTP 339.034,339.054, 339.045, 334.003, 339.084, 339.127, 400.012
- Método ACI Comité 211

VALIDEZ:

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) “la validez se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir y en el que se puede obtener diferentes tipos de evidencias” (p.201)

En nuestra investigación se emplearán normas técnicas que se aplicarán en los diversos ensayos de prueba de laboratorio, las cuales no necesitan de validación por juicio de expertos ni de evaluación de confiabilidad por que los procedimientos ejecutados en el diseño de mezcla de concreto constituyen procedimientos estandarizados que tienen alcance nacional e internacional como lo son las normas peruana (NTP) y el Método ACI Comité 211.

CONFIABILIDAD:

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) “La confiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes; ya que si se midiera la temperatura ambiental con un termómetro cada cierto minuto y este daría resultados muy distintos dichos termómetros no sería confiable” (p.200).

Para nuestro proyecto de investigación se emplearán técnicas, así mismo método ACI, los cuales constituyen procedimientos estandarizados a nivel nacional e internacional. Adicionalmente todos los ensayos estarán sujetos a la presencia personal e ingenieros capacitados, así mismo se solicitará certificados de calibración de cada instrumento empleado.

2.5. Método de análisis de datos

(Borja S., 2012) El análisis de datos que se realizarán dependerá del tipo de datos que se hayan recolectado durante las pruebas de laboratorio. Para ello será necesario codificarlos y pasarlo a una matriz de datos en alguna hoja electrónica.

Para el análisis de los datos obtenidos con los ensayos en laboratorio se realizará lo siguiente:

- Recolección de información: observación del comportamiento y ensayos de probetas.
- Diseño de los cuadros y tablas comparativos (Excel)
- Históricos de los resultados en gráficos estadísticos (Excel)
- Se analizará la mejora en las propiedades mecánicas del concreto utilizados para pavimentos.

2.6. Aspectos éticos

Para el desarrollo del proyecto, los investigadores están comprometidos a considerar y respetar normas y métodos necesarios para el proyecto así también respetar los resultados obtenidos en el laboratorio.

➤ **Honestidad**

Cabe señalar que la información y los datos que se obtendrán dentro de estas investigaciones de estado verídico y realizadas por los autores.

➤ **Responsabilidad Social**

La presente investigación fue desarrollada con el fin de plantear una nueva alternativa estructural y económica para el uso de concreto para pavimentos rígidos, buscando beneficiar la durabilidad de dicha estructura mencionada.

➤ **Respeto por la propiedad intelectual**

La presente investigación al ser aplicada, se ha tomado como antecedentes y marco teórico de diferentes libros, tesis, normas, revistas científicas, las cuales fueron debidamente citadas así se respetarán los derechos de dichos autores.

III. RESULTADOS

3. Resultados de ensayos de laboratorio

3.1. Ensayos de Granulometría a los agregados grueso y fino

3.1.1. Contenido de humedad

Este ensayo se determinará conforme a la norma NTP 339.185, el cual es basado en la norma ASTM C-566.

Para ello se realizará el siguiente procedimiento:

- Realizar el cuarteo del material y extraer una muestra representativa según pesos mínimos.
- Pesar el material húmedo y la tara, luego secar la mezcla húmeda en el horno por una temperatura de 110 °C +/c 5°C, después sacar y dejarlo que se enfríe para pesar el material seco.

$$\% \text{ de contenido de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra seca}} * 100$$

Tabla 17

Contenido de humedad del agregado fino obtenido en cantera UNICON YERBABUENA

Muestra	N°
Peso de la tara (gr)	356,1
Peso de la muestra en estado ambiental (gr)	1474,2
Peso de la muestra seca al horno(gr)	1459,3
Peso del agua perdida(gr)	14,9
Contenido de humedad (%)	1.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Contenido de humedad del agregado grueso USO 67 UNICON YERBABUENA

Muestra	N°
Tamaño Máximo	3/4
Peso de la tara (g)	415,5
Peso de la muestra en estado ambiental (gr)	2358,7
Peso de la muestra seca al horno(gr)	2354,6
Peso del agua perdida(gr)	4.1
Contenido de humedad (%)	0.21

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Análisis granulométrico del agregado grueso y fino

El ensayo se determinó conforme a la norma NTP 400.012, basado en la norma ASTM C-136. Para ello se realizará el siguiente procedimiento:

- Para el agregado fino, teniendo la muestra ya escogida, se lleva al horno a temperaturas de $10 \pm 5^\circ\text{C}$. La muestra mínima de agregado fino es de 1000 gr, que debe estar seca, después de ello se procede a pesar los pesos que están retenidos en cada malla, empezando por la malla superior.
- Para el agregado grueso, de igual forma teniendo la muestra ya seleccionada, se lleva al horno a temperaturas de $10 \pm 5^\circ\text{C}$. Después de que el agregado este seco, se debe pesar 500 gr para después colocar el material en la tamizadora, el cual debe estar en orden de mayor a menor de acuerdo a la serie de tamices. Una vez terminado se procede a pesar los pesos retenidos de cada malla, empezando de la malla superior.

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ retenido acum. } 1 \frac{1}{2}, 3/4, 3/8, N^\circ 4, N^\circ 8, N^\circ 16, N^\circ 30, N^\circ 50 \text{ y } N^\circ 100}{100}$$

Tabla 19

Análisis granulométrico del agregado fino de material obtenido en Unicon Yerbabuena

Tamiz (malla)	(gr)	% Ret.	% Rete. Acum.	% Pasa Acum.
3/8"	0	0	0	100
N° 4	2.4	0.4	0.4	99.6
N° 8	120.9	18.0	18.4	81.6
N° 16	132.7	19.8	38.2	61.8
N° 30	135.8	20.2	58.4	41.6
N° 50	118.7	17.7	76.1	23.9
N° 100	93.3	13.9	90.0	10.0
Fondo	67.1	10.0	100.0	0.0
TOTAL	670.9	100.0	MÓDULO DE FINURA	2.81

Fuente: Elaboración propia

GRAFICO

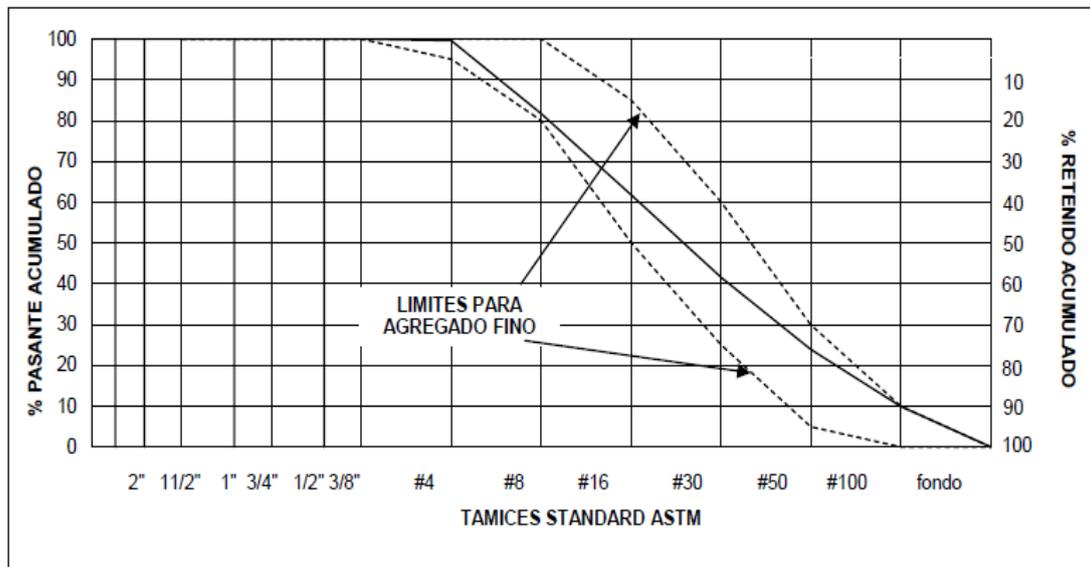


Figura 9: Gráfico de granulometría de agregado fino dentro de los límites

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Análisis granulométrico del agregado grueso USO 67 obtenido en Unicon Yerbabuena

Tamiz (malla)	(gr)	% Ret	% Ret Acum.	% Pasa Acum.
1"	0	0	0	100
3/4"	123.1	3.6	3.6	96.4
1/2"	1,040.6	30.4	34.0	66.0
3/8"	857.3	25.0	59.0	41.0
N° 4	1,337.2	39.0	98.1	1.9
N° 8	61.2	1.8	99.9	0.1
N° 16	2.8	0.1	99.9	0.1
Fondo	2.4	0.1	100.0	0
TOTAL	3424.6	100.0	MODULO DE FINEZA	6,61

Fuente: Elaboración propia

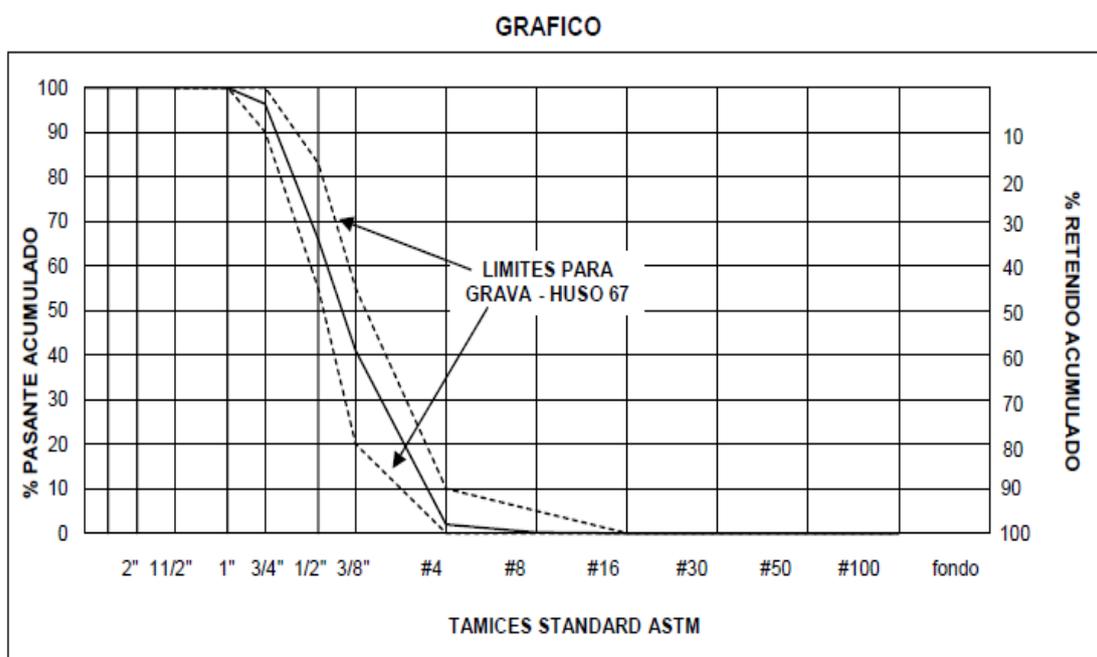


Figura 10: Gráfico de granulometría de agregado grueso USO 67 dentro de los límites

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Gravedad específico y absorción del agregado

El ensayo se determina en base a la norma NTP 400.022 basado en la norma ASTM C – 128. Para ello se realiza el siguiente procedimiento, colocar la muestra en un balde que no sea absorbente y colocar al horno para que seque a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Luego colocar dentro del cono una cantidad del agregado fino. Una vez realizado ese paso, el cono se deja derribar al suelo 25 veces de forma igualitaria en la superficie, con la altura de 6mm sobre el área del agregado fino. Sobre la fiola de 500ml colocar 500 gr de agregado.

Equipos utilizados: Balanza, horno, molde en forma cónica metálica, picnómetro (fiola) de 500ml.

$$\text{peso específico}(S, S, S) = \frac{S}{B + S - C}$$

$$\% \text{ Absorción} = \frac{S - A}{A} * 10$$

Tabla 21

Peso específico y absorción del agregado fino ASTM C -128

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA	Gr /cm³ - %
Peso específico Bulk (Base seca)	2,751 gr/cm ³
Peso específico Bulk (Base saturada)	2,787 gr/cm ³
Peso específico aparente (Base Seca)	2,855 gr/cm ³
Absorción	1,34 %

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Peso específico y absorción del agregado grueso ASTM C -127

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA	Gr /cm³ - %
Peso específico Bulk (Base seca)	2,783 gr/cm ³
Peso específico Bulk (Base saturada)	2,804 gr/cm ³
Peso específico aparente (Base Seca)	2,843 gr/cm ³
Absorción	0,76 %

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Peso Unitario y porcentaje de vacíos de los agregados

Este ensayo se determina mediante la norma NTP 400.017, los cuales se encuentran basado en la norma ASTM C-29. Para ello se realizan dos ensayos de peso unitario suelto y compactado.

- Para el *peso unitario suelto* se debe primero cuartear el material de acuerdo a la muestra realizada, luego se procede a llenar el recipiente con una cuchara hasta que rebose, el agregado que está sobresaliendo se retira con una regla de la parte inferior. Seguidamente se calcula el peso del recipiente y contenido, volumen del recipiente y se prosigue a anotar dichos datos.
- Para el *peso unitario compactado* se debe cuartear el material de acuerdo al muestreo realizado, seguidamente se llena la 1/3 parte del recipiente y se nivela la superficie. Luego se compacta el agregado con varilla 5/8", se distribuye 25 golpes uniformemente sobre la superficie con un martillo de goma. Finalmente se procede a anotar los datos del peso de recipiente y contenido, volumen de recipiente.

$$\text{peso unitario suelto (PUS)} = \frac{\text{peso de a muetsra suelta}}{\text{volumen del recipiente}}$$

$$puc = \frac{\text{peso de la muestra compactada}}{\text{volumen del recipiente}}$$

$$\% \text{ de vacios AG. suelto} = \frac{((A * W) - B) * 100}{A * W}$$

$$\% \text{ de vacios AG. compactado} = \frac{((A * W) - B) * 100}{A * W}$$

Tabla 23

Peso unitario SUELTO agregado fino

Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra (kg)	7,115	7,117	7,125
Peso de molde (kg)	2,834	2,834	2,834
Peso de muestra (kg)	4,281	4,283	4,291
Volumen de molde (m3)	0,0028317	0,0028317	0,0028317
Peso unitario (Kg/m3)	1512	1513	1515
Contenido de Humedad	0,013506164	0,013506164	0,013506164
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1493		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Peso unitario COMPACTADO agregado fino

Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra (kg)	7,994	7,998	7,990
Peso de molde (kg)	2,834	2,834	2,834
Peso de muestra	5,160	5,164	5,156
Volumen de molde (m3)	0,0028317	0,0028317	0,0028317
Peso unitario (Kg/m3)	1822	1824	1821
Contenido de Humedad	0,013506164	0,013506164	0,013506164
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1798		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

Peso unitario SUELTO agregado grueso

Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra (kg)	20,811	20,792	20,818
Peso de molde (kg)	6,226	6,226	6,226
Peso de muestra (kg)	14,585	14,566	14,592
Volumen de molde (m3)	0,0094389	0,0094389	0,0094389
Peso unitario (Kg/m3)	1545	1543	1546
Contenido de Humedad	0,002114383	0,002114383	0,002114383
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1542		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Peso unitario SUELTO agregado grueso

Ensayo N°	1	2	3
Peso de molde + muestra (kg)	21,810	21,767	21,793
Peso de molde (kg)	6,226	6,226	6,226
Peso de muestra	15,584	15,541	15,567
Volumen de molde (m3)	0,0094389	0,0094389	0,0094389
Peso unitario (Kg/m3)	1651	1646	1649
Contenido de Humedad	0,002114383	0,002114383	0,002114383
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1645		

Fuente: Elaboración propia

3.2. Diseño de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ empleando el método ACI

3.2.1. Diseño de mezcla 280 kg/cm^2 concreto patrón sin sustitución de agregado grueso reciclado a los 28 días.

La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI, cuya prueba de compresión busca una fuerza de 280 kg/cm^2 a los 28 días.

- **PRIMERO : DATOS DE GRANULOMETRIA**

- Cemento

- Sol/ Tipo I
- $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- $P_c = 3.12 \text{ gr/cm}^3$
- Slump = 3"
- $P_c \text{ Agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$

- Agregados

Tabla 27

Contenido de información de agregados finos - agregado grueso

AGREGADOS – CANTERA YERBABUENA	A. FINO	A. GRUESO
Perfil		Angular
Peso unitario suelto (kg/m^3)	1493 kg/m^3	1542 kg/m^3
Peso unitario compactado (kg/m^3)	1798 kg/m^3	1645 kg/m^3
Peso específico (kg/m^3)	2751	2783
Módulo de fineza	2.81	6.61
TMN	----	$\frac{3}{4}$ "
% Absorción	1.34 %	0.76 %
Contenido de humedad	1.35 %	0.21 %

Fuente: Elaboración propia.

- **SEGUNDO : DETERMINAR LA RESISTENCIA PROMEDIO**

Calculo F'_{cr} (resistencia promedio requerida)

$$F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

Tabla 28

Tabla para hallar el límite de resistencia y resistencia promedio

F'_c	F'_{cr}
Menos de 210	$F'_c + 70$
210- 350	$F'_c + 84$
>350	$F'_c + 98$

Fuente: Elaboración propia.

$$F'_{cr} = 280 + 84 = 364 \text{ kg/cm}^2$$

- **TERCERO : Selección de asentamiento**

Tabla 29

Tabla para hallar el slump de concreto para pavimentos

Tipo de Estructuras	Slump	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: Elaboración Propia

- **CUARTO : CONTENIDO DE AIRE**

Seleccionar el contenido de aire atrapado con relación al tamaño del agregado grueso, según tabla confeccionada por el comité ACI.

Tabla 30

Tabla para hallar el slump de concreto para pavimentos

TMN Agregado Grueso	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Aire} = 2 \%$$

- **QUINTO** : CONTENIDO DE AGUA

Selección del volumen unitario de agua, son cantidades aproximadas para diferentes asentamientos, tamaño máximo de agregado, con aire incorporado y sin aire incorporado del concreto.

Tabla 31

Tabla para hallar el volumen unitario de agua

SLUMP	Tamaño máximo de agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
% de aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---
% de aire incorporado en función del grado de exposición								
NORMAL	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
MODERADA	8	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
EXTREMA	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: Elaboración Propia

$$a = 220 \text{ Lt/m}^3$$

- **SEXTO**: Relación agua /cemento por resistencia del concreto.

Tabla 32

Tabla para hallar la relación agua / cemento para diseño de mezcla 280 Kg/cm²

Relación agua/cemento vs f'c		
F'c a 28 días (kg/cm ²)	Relación Agua / Cemento en peso	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.54	0.45
350	0.47	0.39
400	0.42	---
450	0.38	LEY DE ABRAM'S

350 ----- 0.47

364 ----- **X**

400 ----- 0.42

- **NOVENO:** Sumamos los volúmenes absolutos del cemento, agua y agregado grueso; para determinar el volumen del agregado fino se resta 1 menos la suma de los volúmenes anteriores (cemento, agua, aire y agregado grueso)

Tabla 34

Tabla con datos de peso en seco de materiales agua, cemento, a. grueso

Aire incorporado	2%
Agua	220 Lt
Cemento	458 Kg
Peso a. grueso	915 Kg

Fuente: Elaboración Propia

- Cemento

$$\mathbf{Cemento} = \frac{458 \text{ Kg}}{3.12 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \times 1000} = 0.147 \text{ m}^3$$

- Agua

$$\mathbf{Agua} = \frac{220 \text{ Kg}}{1000 \text{ Kg/m}^3} = 0.22 \text{ m}^3$$

- Aire

$$\mathbf{Aire} = \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

- Volumen agregado grueso

$$\mathbf{Vol. a. grueso} = \frac{915 \text{ Kg}}{2783 \text{ Kg/m}^3} = 0.329 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{\Sigma} = 0.147 \text{ m}^3 + 0.22 \text{ m}^3 + 0.02 + 0.329 \text{ m}^3 = 0.716 \text{ m}^3$$

- Volumen agregado fino

$$\mathbf{Vol. a. fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.716 \text{ m}^3 = 0.284 \text{ m}^3$$

- Peso del agregado fino

$$\text{Peso a. fino} = 0.284 \text{ m}^3 \times 2751 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 884.0 \text{ Kg}$$

- **DECIMO:** Valores de diseño corregidos

Tabla 35

Tabla con datos para diseño corregido de 280 kg/cm²

<i>Cemento</i>	458 kg/m³
<i>Agua efectiva</i>	220 lt/m ³
<i>Agregado fino</i>	884 kg/m ³
<i>Agregado grueso</i>	915 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

- **ONCEAVO:** Se determina los valores de diseño por el contenido de humedad, se halla proporciones en peso.

$$\frac{458}{458} : \frac{884}{458} : \frac{915}{458}$$

Tabla 36

Proporción en Peso

1	:	1.93	:	2.00	:	20.4 lts / bolsa
---	---	------	---	------	---	------------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

Proporción en Volumen

1	:	1.96	:	1.96	:	20.4 lts / bolsa
---	---	------	---	------	---	------------------

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Diseño de mezcla con adición de agregado de viruta de acero reciclado de longitud de ½” al 3%

- **DATOS DE GRANULOMETRIA**

- Cemento

- Sol/ Tipo I
- $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- $Pe = 3.12 \text{ gr/cm}^3$
- Slump = 3”
- $Pe \text{ Agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$
- Viruta de acero longitud de ½” = 3%

- Agregados

Tabla 38

Granulometría para agregados de diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 3%

AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	VIRUTA ACERO
Perfil		Angular	Ondulada
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1493 kg/m ³	1542 kg/m ³	816 kg/m ³
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1798 kg/m ³	1645 kg/m ³	----
Peso específico (kg/m ³)	2751	2783	7.103
Módulo de fineza	2.81	6.61	----
TMN	----	¾”	----
% Absorción	1.34 %	0.76 %	----
Contenido de humedad	1.35 %	0.21 %	----

Fuente: Elaboración propia.

- **VALORES DE DISEÑO CORREGIDO**

Tabla 39

Tabla con datos corregidos para diseño con adición de viruta reciclada de 1/2" al 3%

<i>Cemento</i>	458 kg/m³
<i>Agua efectiva</i>	220 lt/m ³
<i>Agregado fino</i>	878 kg/m ³
<i>Agregado grueso</i>	909 kg/m ³
<i>Viruta de acero 3% (1/2")</i>	14 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

- **PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN**

$$\frac{458}{458} : \frac{878}{458} : \frac{909}{458} : \frac{14}{458}$$

Tabla 40

Proporción en peso para diseño con adición de viruta reciclada de 1/2" al 3%

$$1 : 1.92 : 1.98 : 0.0306 \quad 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Proporción en volumen para diseño con adición de viruta reciclada de 1/2" al 3%

$$1 : 1.94 : 1.95 : 0.0552 \quad 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Diseño de mezcla con adición de agregado de viruta de acero reciclado de longitud de ½” al 5%

- **DATOS DE GRANULOMETRIA**

- Cemento

- Sol/ Tipo I
- F'c = 280 kg/cm²
- Pe = 3.12 gr/cm³
- Slump = 3”
- Pe Agua = 1000 kg/m³
- Viruta de acero longitud de ½” = 5%

- Agregados

Tabla 42

Granulometría para agregados de diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 5%

AGREGADOS	AGREGADO		VIRUTA
	FINO	GRUESO	ACERO
Perfil		Angular	Ondulada
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1493 kg/m ³	1542 kg/m ³	816 kg/m ³
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1798 kg/m ³	1645 kg/m ³	----
Peso específico (kg/m ³)	2751	2783	7.103
Módulo de fineza	2.81	6.61	----
TMN	----	¾”	----
% Absorción	1.34 %	0.76 %	----
Contenido de humedad	1.35 %	0.21 %	----

Fuente: Elaboración propia.

- **VALORES DE DISEÑO CORREGIDO**

Tabla 43

Tabla con datos corregidos para diseño con adición de viruta reciclada de 1/2" al 5%

<i>Cemento</i>	458 kg/m³
<i>Agua efectiva</i>	220 lt/m ³
<i>Agregado fino</i>	871 kg/m ³
<i>Agregado grueso</i>	902 kg/m ³
<i>Viruta de acero 3% (1/2")</i>	23 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

- **PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN**

$$\frac{458}{458} : \frac{871}{458} : \frac{902}{458} : \frac{23}{458}$$

Tabla 44

Proporción en peso para diseño con adición de viruta reciclada de 1/2" al 5%

$$1 : 1.90 : 1.97 : 0.0502 \quad 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Proporción en volumen para diseño con adición de viruta reciclada de 1/2" al 5%

$$1 : 1.93 : 1.94 : 0.092 \quad 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Diseño de mezcla con adición de agregado de viruta de acero reciclado de longitud de 1" al 3%

- **DATOS DE GRANULOMETRIA**
 - Cemento
 - Sol/ Tipo I
 - $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 - $Pe = 3.12 \text{ gr/cm}^3$
 - Slump = 3"
 - $Pe \text{ Agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$
 - Viruta de acero longitud de 1" = 3%

- Agregados

Tabla 46

Granulometría para agregados de diseño con adición de viruta reciclada de 1" al 3%

AGREGADOS	AGREGADO		VIRUTA
	FINO	GRUESO	ACERO
Perfil		Angular	Ondulada
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1493 kg/m ³	1542 kg/m ³	279 kg/m ³
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1798 kg/m ³	1645 kg/m ³	----
Peso específico (kg/m ³)	2751	2783	7.103
Módulo de fineza	2.81	6.61	----
TMN	----	3/4"	----
% Absorción	1.34 %	0.76 %	----
Contenido de humedad	1.35 %	0.21 %	----

Fuente: Elaboración propia.

- **VALORES DE DISEÑO CORREGIDO**

Tabla 47

Tabla con datos corregidos para diseño con adición de viruta reciclada de 1" al 3%

<i>Cemento</i>	458 kg/m³
<i>Agua efectiva</i>	220 lt/m ³
<i>Agregado fino</i>	875 kg/m ³
<i>Agregado grueso</i>	906 kg/m ³
<i>Viruta de acero 3% (1/2")</i>	14 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

- **PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN**

$$\frac{458}{458} : \frac{875}{458} : \frac{906}{458} : \frac{14}{458}$$

Tabla 48

Proporción en peso para diseño con adición de viruta reciclada de 1" al 3%

$$1 : 1.91 : 1.98 : 0.0306 \quad 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49

Proporción en volumen para diseño con adición de viruta reciclada de 1" al 3%

$$1 : 1.93 : 1.94 : 0.01617 \quad 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Diseño de mezcla con adición de agregado de viruta de acero reciclado de longitud de 1" al 5%

- **DATOS DE GRANULOMETRIA**
 - Cemento
 - Sol/ Tipo I
 - $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 - $Pe = 3.12 \text{ gr/cm}^3$
 - Slump = 3"
 - $Pe \text{ Agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$
 - Viruta de acero longitud de 1" = 5%

- Agregados

Tabla 50
Granulometría para agregados de diseño con adición de viruta reciclada de 1" al 5%

AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	VIRUTA ACERO
Perfil		Angular	Ondulada
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1493 kg/m ³	1542 kg/m ³	279 kg/m ³
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1798 kg/m ³	1645 kg/m ³	----
Peso específico (kg/m ³)	2751	2783	7.103
Módulo de fineza	2.81	6.61	----
TMN	----	¾"	----
% Absorción	1.34 %	0.76 %	----
Contenido de humedad	1.35 %	0.21 %	----

Fuente: Elaboración propia.

- **VALORES DE DISEÑO CORREGIDO**

Tabla 51

Tabla con datos corregidos para diseño con adición de viruta reciclada de 1" al 5%

<i>Cemento</i>	458 kg/m³
<i>Agua efectiva</i>	220 lt/m ³
<i>Agregado fino</i>	871 kg/m ³
<i>Agregado grueso</i>	902 kg/m ³
<i>Viruta de acero 3% (1/2")</i>	23 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

- **PROPORCIONES EN PESO Y VOLUMEN**

$$\frac{458}{458} : \frac{871}{458} : \frac{902}{458} : \frac{23}{458}$$

Tabla 52

Proporción en peso para diseño con adición de viruta reciclada de 1" al 5%

$$1 : 1.91 : 1.97 : 0.0502 \quad 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53

Proporción en volumen para diseño con adición de viruta reciclada de 1" al 5%

$$1 : 1.93 : 1.94 : 0.2695 \quad 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

Fuente: Elaboración propia

3.3. Propiedades mecánicas a la compresión, tracción y flexión del concreto con adición de virutas recicladas al 3% y 5%

3.3.1. ENSAYO DE COMPRESION

Los ensayos de compresión responden a la norma de diseño ASTM C-39, la cual consiste en aplicar una carga axial en la parte superior de la probeta, hasta alcanzar la rotura del concreto, para obtener el resultado de la resistencia a la compresión es aplicar una carga entre el área de la probeta. Por definición un ensayo de resistencia corresponde al promedio de la resistencia de dos probetas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, ensayados a los 28 días.

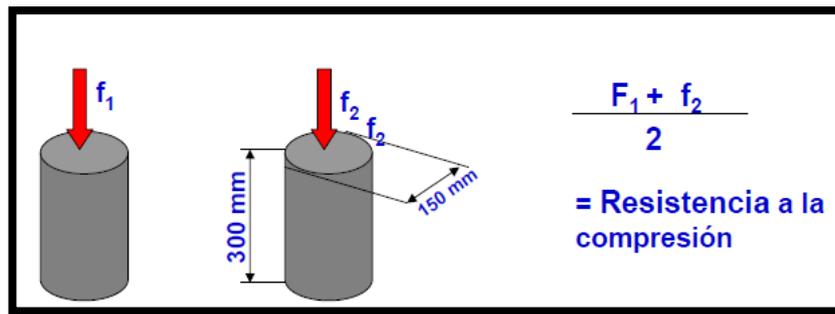


Figura 11: Dimensiones de probeta y análisis de resistencia a la compresión
Fuente: Elaboración propia

Esta resistencia a la compresión de los testigos se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{4G}{\pi D^2}$$

Donde:

- R_c : Es la resistencia a la compresión, en (Kg/cm²)
- G : La carga máxima de rotura en (Kg)
- D : Diámetro de la probeta cilíndrica en (cm)

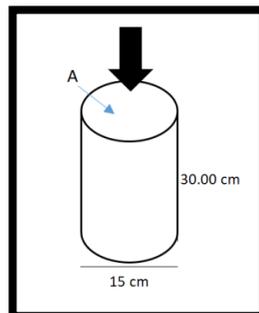


Figura 12: Dimensiones de cono para ensayo de rotura
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las pruebas de Resistencia a Compresión se emplean fundamentalmente para verificar que la mezcla del concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada ($f'c$) en la definición del proyecto.

3.3.1.1. Ensayo de Compresión de Mezcla Patrón

Tabla 54

Resultados de ensayo para resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14, 28 edades

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC
N°	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg /cm²
01	Patrón	14/09/2018	21/09/2018	7	235
02	Patrón	14/09/2018	21/09/2018	7	238
03	Patrón	14/09/2018	28/09/2018	14	282
04	Patrón	14/09/2018	28/09/2018	14	285
05	Patrón	14/09/2018	12/10/2018	28	313
06	Patrón	14/09/2018	12/10/2018	28	317

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55

Resultados de promedio de resistencia a la compresión de testigos a los 7, 14, 28 edades

EDAD	7	14	28
FC kg/cm³	236.5	283.5	315

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.2. Ensayo de Compresión de Mezcla con adición de viruta de acero de longitud ½” al 3%

Tabla 56

Resultados de ensayo para resistencia a la compresión para diseño con agregados de ½” al 3% a los 7, 14,28 edades

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC
Nº	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg /cm2
01	Viruta de acero de ½” al 3%	18/09/2018	25/09/2018	7	245
02	Viruta de acero de ½” al 3%	18/09/2018	25/09/2018	7	240
03	Viruta de acero de ½” al 3%	18/09/2018	02/10/2018	14	294
04	Viruta de acero de ½” al 3%	18/09/2018	02/10/2018	14	287
05	Viruta de acero de ½” al 3%	18/09/2018	16/10/2018	28	327
06	Viruta de acero de ½” al 3%	18/09/2018	16/10/2018	28	319

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57

Resultados de promedio de resistencia a la compresión para diseño con agregados de ½” al 3% de testigos a los 7, 14,28 edades

EDAD	7	14	28
FC kg/cm3	242.5	290.5	323

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.3. Ensayo de Compresión de Mezcla con adición de viruta de acero de longitud ½” al 5%

Tabla 58

Resultados de ensayo para resistencia a la compresión para diseño con agregados de ½” al 5% a los 7, 14,28 edades

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC
Nº	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg /cm2
01	Viruta de acero de ½” al 5%	20/09/2018	27/09/2018	7	209
02	Viruta de acero de ½” al 5%	20/09/2018	27/09/2018	7	207
03	Viruta de acero de ½” al 5%	20/09/2018	04/10/2018	14	251
04	Viruta de acero de ½” al 5%	20/09/2018	04/10/2018	14	248
05	Viruta de acero de ½” al 5%	20/09/2018	18/10/2018	28	278
06	Viruta de acero de ½” al 5%	20/09/2018	18/10/2018	28	275

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59

Resultados de promedio de resistencia a la compresión para diseño con agregados de ½” al 5% de testigos a los 7, 14,28 edades

EDAD	7	14	28
FC kg/cm3	208	249.5	276.5

Fuente: Elaboración propia

- **Comparación de la resistencia a la compresión**

Se comparará los diferentes resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión realizados en el laboratorio de la UNFV, la cual diferenciará el resultado de un concreto patrón y otro diseño con adición de virutas recicladas de 1/2" con adiciones de 3% y 5% en las edades de 7, 14 y 28.

Tabla 60

Tabla de comparación de $f'c$ de compresión de diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 3% y 5%

TESTIGOS /DIAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	236.5	283.5	315
CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA 1/2" AL 3%	242.5	290.5	323
CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA 1/2" AL 5%	208	249.5	276.5

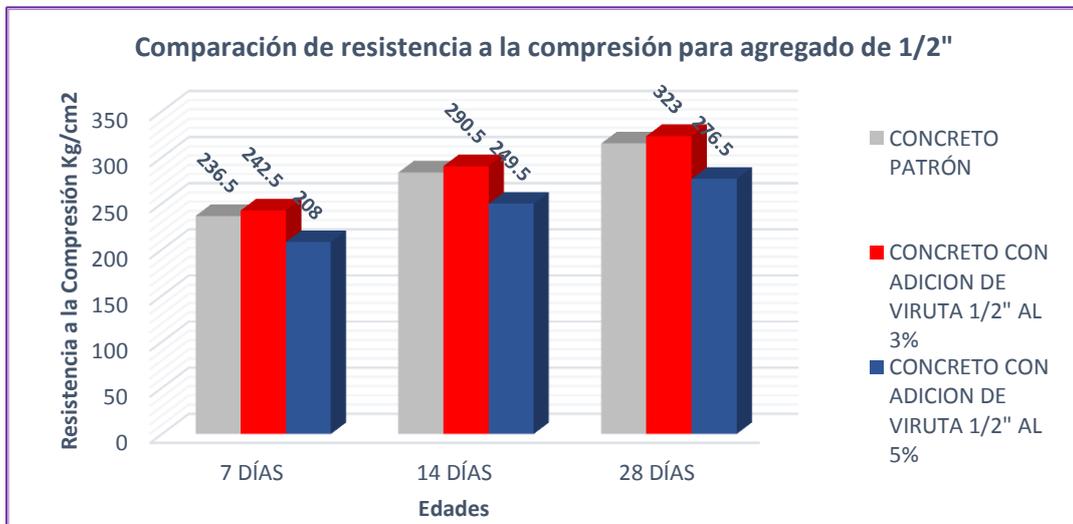


Figura 13: Grafico de barras con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2" al 3% y 5%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Analizando los resultados obtenidos de resistencia a la compresión en la Figura 13, se puede observar, que a los 28 días de edad del concreto Patrón, se obtiene un promedio de 315 kg/cm², el cual está ubicado dentro de los límites de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ y $f'cr = 360 \text{ kg/}$. Así mismo los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad con incorporación de virutas de acero reciclado de 1/2" en los porcentajes de 3% y 5%, se logra alcanzar una resistencia de 323 kg/cm², para el primer caso al 3% alcanzando así la resistencia mayor a 280 kg/cm², caso contrario el segundo resultado al 5% se obtuvo una resistencia de 276.5 kg/cm², no logrando llegar a su límite establecido de 280kg /cm².

Comparación de la resistencia a la compresión del concreto Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1/2" al 3%.

Tabla 61

Tabla de comparación de $f'c$ de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 3%

TESTIGOS /DÍAS	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	0	236.5	283.5	315
CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA 1/2" AL 3%	0	242.5	290	323

Fuente: *Elaboración propia*

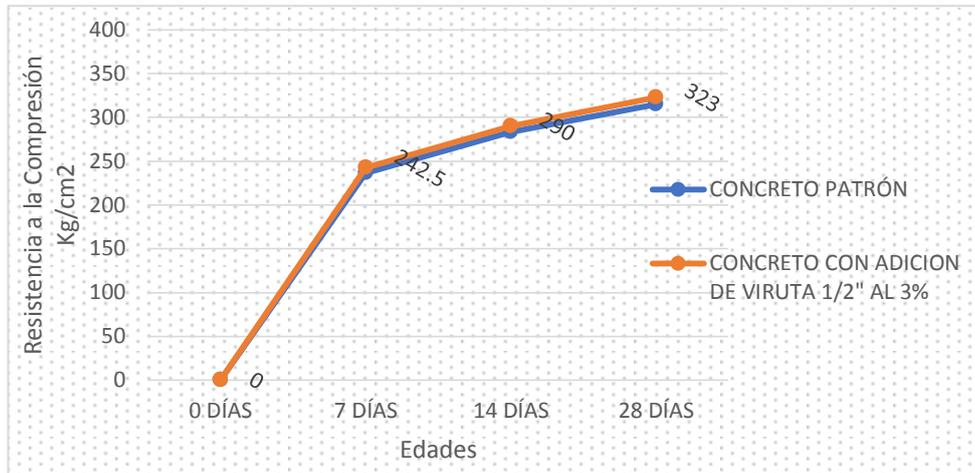


Figura 14: Grafico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2" al 3%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

Teniendo en cuenta la figura 14

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 3% de viruta reciclada a la edad de 7 días, es de 242.5 kg/cm², en la cual representa el 102.5% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 236 kg/cm². Obteniendo así un aumento de 2.5% de resistencia a la compresión.

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 3% de viruta reciclado a la edad de 14 días, es de 290.5 kg/cm², en la cual representa el 102.2% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 283.5 kg/cm². Obteniendo así un aumento de 2.2% de resistencia a la compresión.

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 3% de viruta reciclado a la edad de 28 días, es de 323 kg/cm², en la cual representa el 102.5% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 315 kg/cm². Obteniendo así un aumento de 2.5 % de resistencia a la compresión.

Comparación de la resistencia a la compresión del concreto Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1/2" al 5%.

Tabla 62

Tabla de comparación de $f'c$ de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 5%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	0	236.5	283.5	315
CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA 1/2" AL 5%	0	208	249.5	276.5

Fuente: Elaboración propia

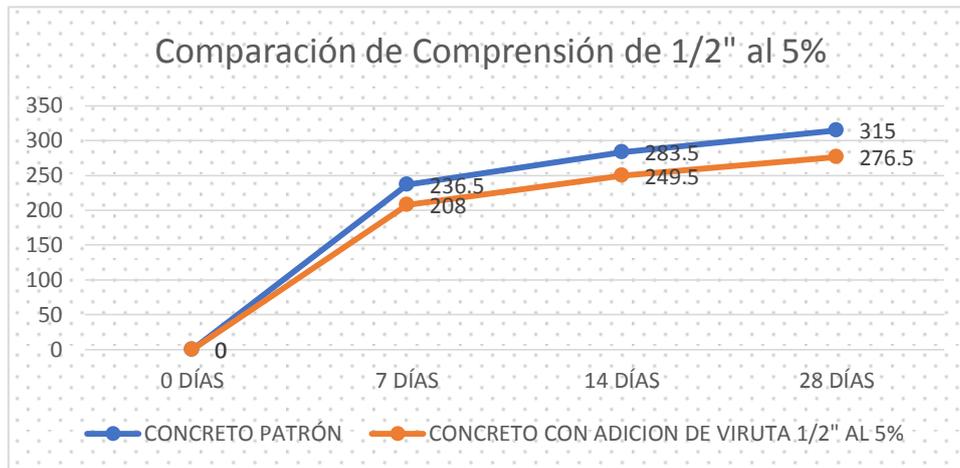


Figura 15: Grafico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2" al 5%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Observando la figura 15.

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 5% de viruta de acero reciclada de 1/2" a la edad de 7 días, es de 208 kg/cm², en la cual representa el 88.1% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 236.5 kg/cm². Obteniendo así una disminución de 11.86 % de resistencia a la compresión.

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 5% de viruta de acero reciclada de 1/2" a la edad de 14 días, es de 249.5 kg/cm², en la cual representa el 88 % con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 283.5 kg/cm². Obteniendo así una disminución de 11% de resistencia a la compresión.

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación de 5% de viruta de acero reciclada de 1/2" a la edad de 28 días, es de 276.5 kg/cm², en la cual representa el 87.6% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 315 kg/cm². Obteniendo así una disminución de 12.4 % de resistencia a la compresión.

3.3.1.4. Ensayo de Compresión de Mezcla con adición de viruta de acero de longitud 1" al 3%

Tabla 63

Resultados de ensayo para resistencia a la compresión para diseño con agregados de 1" al 3% a los 7, 14,28 edades

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC
Nº	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg /cm2
01	Viruta de acero de 1" al 3%	26/09/2018	03/10/2018	7	212
02	Viruta de acero de 1" al 3%	26/09/2018	03/10/2018	7	216
03	Viruta de acero de 1" al 3%	26/09/2018	10/10/2018	14	255
04	Viruta de acero de 1" al 3%	26/09/2018	10/10/2018	14	259
05	Viruta de acero de 1" al 3%	26/09/2018	24/10/2018	28	283
06	Viruta de acero de 1" al 3%	26/09/2018	24/10/2018	28	288

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 64

Resultados de promedio de resistencia a la compresión para diseño con agregados de 1" al 3% de testigos a los 7, 14,28 edades

EDAD	7	14	28
FC kg/cm3	214	257	285.5

Fuente: *Elaboración propia*

3.3.1.5. Ensayo de Compresión de Mezcla con adición de viruta de acero de longitud 1" al 5%

Tabla 65

Resultados de ensayo para resistencia a la compresión para diseño con agregados de 1" al 5% a los 7, 14,28 edades

TESTIGO		FECHA		EDAD	FC
Nº	Elemento	Moldeo	Rotura	Días	Kg /cm2
01	Viruta de acero de 1" al 5%	28/09/2018	05/10/2018	7	204
02	Viruta de acero de 1" al 5%	28/09/2018	05/10/2018	7	202
03	Viruta de acero de 1" al 5%	28/09/2018	12/10/2018	14	244
04	Viruta de acero de 1" al 5%	28/09/2018	12/10/2018	14	242
05	Viruta de acero de 1" al 5%	28/09/2018	26/10/2018	28	271
06	Viruta de acero de 1" al 5%	28/09/2018	26/10/2018	28	269

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 66

Resultados de promedio de resistencia a la compresión para diseño con agregados de 1" al 5% de testigos a los 7, 14,28 edades

EDAD	7	14	28
FC kg/cm3	203	243	270

Fuente: *Elaboración propia*

- **Comparación de la resistencia a la compresión**

Se comparará los diferentes resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión realizados en el laboratorio de la UNFV, la cual diferenciará el resultado de un concreto patrón y otro diseño con adición de virutas recicladas de 1" con adiciones de 3% y 5% en las edades de 7, 14 y 28.

Tabla 67

Tabla de comparación de f'_c de compresión de diseño patrón y agregado de viruta 1" al 3% y 5%

TESTIGOS /DIAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	236.5	283.5	315
CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA 1" AL 3%	214	257	285.5
CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA 1" AL 5%	203	243	270

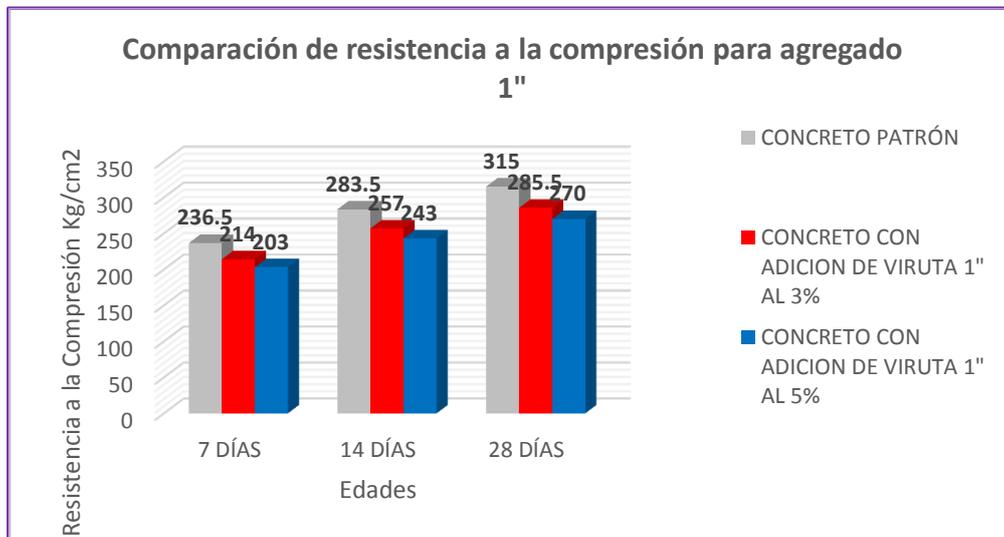


Figura 16: Grafico de barras con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1" al 3% y 5%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Analizando los resultados obtenidos de resistencia a la compresión en la Figura 16, se puede apreciar, que a los 28 días de edad del concreto patrón, se obtiene 315 kg/cm², logrando de este modo la resistencia requerida de diseño (280 kg/cm²). Así mismo los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad con incorporación de virutas de acero reciclado de 1" en los porcentajes 3% y 5%, en el primer caso, alcanza una resistencia de 285.5 kg/cm y en el segundo caso 270 kg/cm², no logrando alcanzar en ambos casos la resistencia de 315 kg/cm² del concreto patrón.

Comparación de la resistencia a la compresión del concreto Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1" al 3%.

Tabla 68

Tabla de comparación de f'_c de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta 1" al 3%

TESTIGOS /DÍAS	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	0	236.5	283.5	315
CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA 1" AL 3%	0	214	257	285.5

Fuente: Elaboración propia

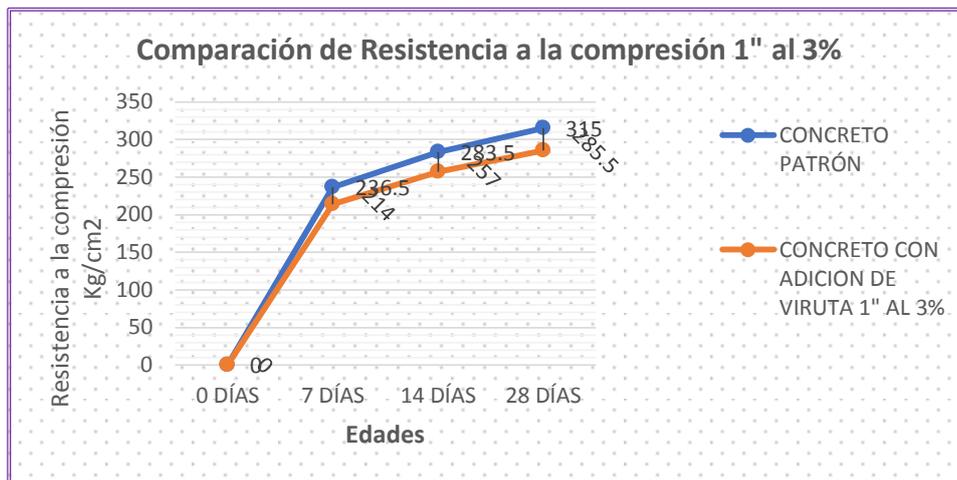


Figura 17: Grafico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1" al 3%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

En consecuencia de la figura 17

El f'_c promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación del 3% de viruta de acero reciclado a la edad de 7 días, es de 214 kg/cm², en la cual representa el 90.4% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 236.5 kg/cm². Obteniendo así una disminución de 9.51 % de resistencia a la compresión.

El f'_c promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación del 3% de viruta de acero reciclado a la edad de 14 días, es de 257 kg/cm², en la cual representa el 90.65% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 283.5 kg/cm². Obteniendo así una disminución de 9.34 % de resistencia a la compresión.

El f'_c promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación del 3% de viruta de acero reciclado a la edad de 28 días, es de 285.5 kg/cm², en la cual representa el 90.63% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 315 kg/cm². Obteniendo así una disminución de 9.36 % de resistencia a la compresión.

Comparación de la resistencia a la compresión del concreto Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1" al 5%

Tabla 69

Tabla de comparación de $f'c$ de compresión entre diseño patrón y agregado de viruta 1" al 5%

TESTIGOS /DÍAS	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO PATRÓN	0	236.5	283.5	315
CONCRETO CON ADICION DE VIRUTA 1" AL 5%	0	203	243	270

Fuente: Elaboración propia

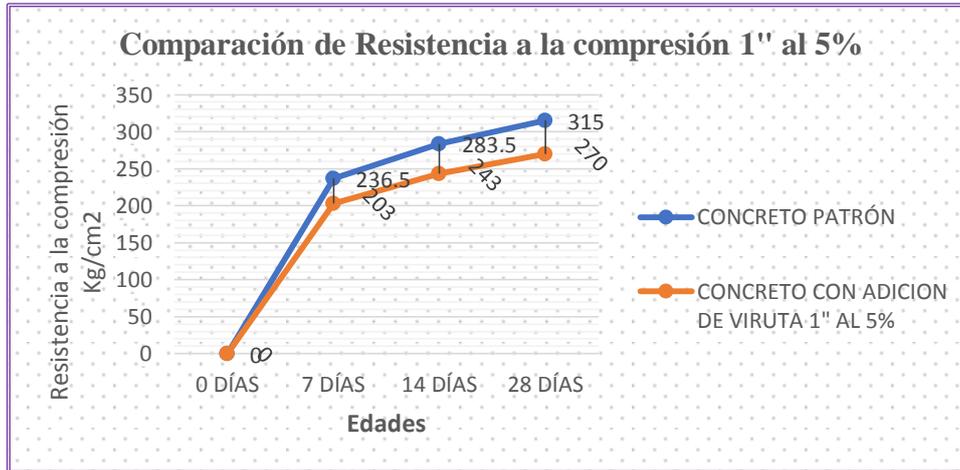


Figura 18: Grafico de líneas con fines de comparación entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1" al 5%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Frente a la figura 18 se tiene

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación del 5% de viruta de acero reciclado de 1" a la edad de 7 días, es de 203 kg/cm², en la cual representa el 85.83% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 236.5 kg/cm². Obteniendo así una disminución de 14.16 % de resistencia a la compresión.

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación del 5% de viruta de acero reciclado de 1" a la edad de 14 días, es de 243 kg/cm², en la cual representa el 85.86% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 283.5 kg/cm². Obteniendo así una disminución de 14.13 % de resistencia a la compresión.

El $f'c$ promedio para la resistencia a compresión del concreto con incorporación del 5% de viruta de acero reciclado de 1" a la edad de 28 días, es de 270 kg/cm², en la cual representa el 85.71% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 315 kg/cm². Obteniendo así una disminución de 14.28 % de resistencia a la compresión.

ENSAYOS DE TRACCIÓN INDIRECTA

La respuesta de ensayo de tracción indirecta deben responder a la norma de diseño ASTM C-46 / NTP 339.084. El resultado debe corresponder al 15% del F'c de resistencia a compresión, en ese sentido los resultados deben responder a los valores de 15% de 315 Kg/cm², por tanto el esfuerzo a tracción indirecta debe ser aprox. 42 - 47.25 Kg/cm².

3.3.1.6. Ensayo de Tracción indirecta de Mezcla Patrón

Tabla 70

Tabla de resultado de ensayo de tracción de diseño patrón

IDENTIFICACIÓN	PATRÓN	PATRÓN
Fecha de Rotura	13/11/2018	13/11/2018
Díámetro	15.22	15.22
Altura de la muestra (cm)	30.5	30.5
Carga (Kg)	36250	36450
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm ²)	49.71	49.99
Esfuerzo - Tracción (kg/cm²)	49.85	

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.7. Ensayo de Tracción indirecta de diseño de mezcla con adición de viruta reciclada de ½” al 3%

Tabla 71

Tabla de resultado de ensayo de tracción de diseño con agregado de viruta reciclada de ½” al 3%

IDENTIFICACIÓN	PATRÓN	PATRÓN
Fecha de Rotura	13/11/2018	13/11/2018
Díámetro	15.22	15.22
Altura de la muestra (cm)	30.5	30.5
Carga (Kg)	37050	37090
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm ²)	50.81	50.87
Esfuerzo - Tracción (kg/cm²)	50.84	

3.3.1.8. Ensayo de Tracción indirecta de diseño de mezcla con adición de viruta reciclada de ½” al 5%

Tabla 72

Tabla de resultado de ensayo de tracción de diseño con agregado de viruta reciclada de ½” al 5%

IDENTIFICACIÓN	PATRÓN	PATRÓN
Fecha de Rotura	13/11/2018	13/11/2018
Díámetro	15.22	15.22
Altura de la muestra (cm)	30.5	30.5
Carga (Kg)	33880	33780
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm ²)	46.46	46.33
Esfuerzo - Tracción (kg/cm²)	46.395	

• **Concreto patrón comparado con el concreto de agregado virutas de acero recicladas de 1/2" al 3% y 5%**

Se comparará los diferentes resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la tracción indirecta realizados en el laboratorio de la UNFV, la cual diferenciará el resultado de un concreto patrón y otro diseño con adición de virutas recicladas de 1/2" con adiciones de 3% y 5% en la edad de 28, el cual representa el 100% del resultado.

Tabla 73

Tabla de comparación de f_c de tracción indirecta de diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 3% y 5%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	49.85
Concreto con adición de virutas de 1/2" al 3%	0	50.84
Concreto con adición de virutas de 1/2" al 5%	0	46.395

Fuente: Elaboración propia

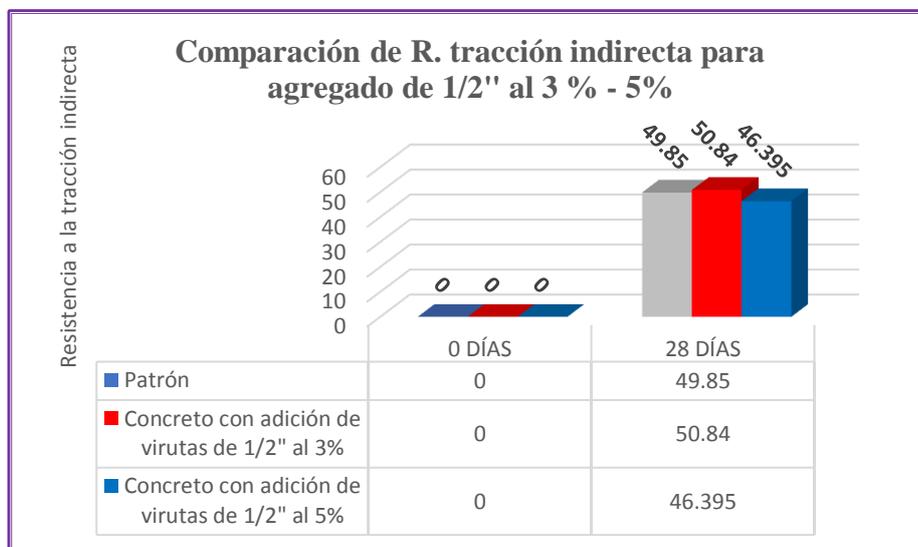


Figura 19: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2" al 3% y 5%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Analizando los resultados obtenidos de resistencia a la tracción indirecta en la Figura 19, se puede apreciar, que a los 28 días de edad del concreto patrón, se obtiene 49.85 kg/cm², logrando de este modo la resistencia requerida de diseño (315 kg/cm²). Así mismo los resultados obtenidos de la resistencia de tracción indirecta a los 28 días de edad con incorporación de virutas de acero reciclado de 1/2" en los porcentajes 3% y 5%, en el primer caso, alcanza una resistencia de 50.84 kg/cm logrando superar la resistencia requerida, lo que no ocurre en el segundo caso puesto que se obtiene 46.40 kg/cm².

Comparación de la resistencia a la Tracción Indirecta de Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1/2" al 3%.

Tabla 74

Tabla de comparación de f'_c de tracción indirecta entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 3%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	49.85
Concreto con adición de virutas de 1/2" al 3%	0	50.84

Fuente: *Elaboración propia*

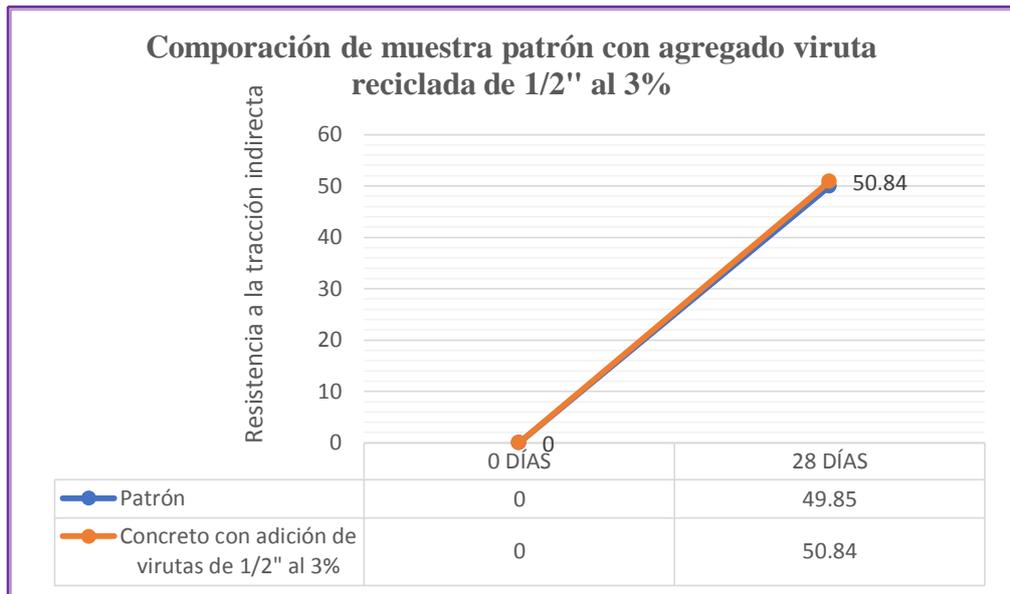


Figura 20: Gráfico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2" al 3%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

Por lo expuesto en la figura 20

El f'_c promedio para la resistencia de tracción indirecta del concreto con incorporación del 3% de viruta de acero reciclado de 1/2" a la edad de 28 días, ensayo realizado para hallar resultado al 100%, es de 50.84 kg/cm², en la cual representa el 101.9% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 49.85 kg/cm². Obteniendo así un aumento del 1.9 % de resistencia a la tracción indirecta.

Comparación de la resistencia a la Tracción Indirecta de Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1/2" al 5%.

Tabla 75

Tabla de comparación de $f'c$ de tracción indirecta entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 5%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	49.85
Concreto con adición de virutas de 1/2" al 5%	0	46.395

Fuente: *Elaboración propia*

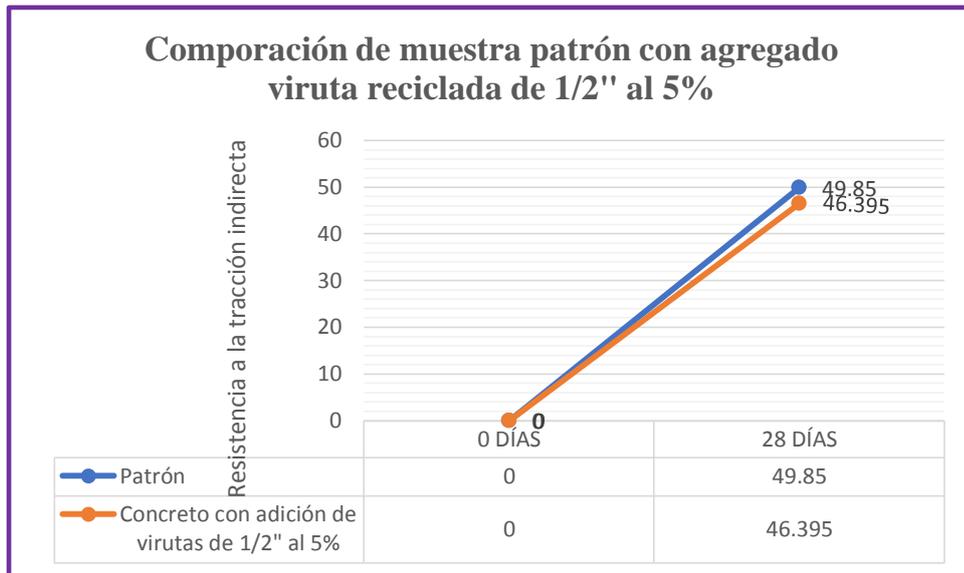


Figura 21: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2" al 5%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

Frente a la figura 21

El $f'c$ promedio para la resistencia de tracción indirecta del concreto con incorporación del 5% de viruta de acero reciclado de 1/2" a la edad de 28 días, ensayo realizado para hallar resultado al 100%, es de 46.395 kg/cm², en la cual representa el 93.06% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 49.85 kg/cm². Obteniendo así una disminución del 6.9 % de resistencia a la tracción indirecta.

• **Concreto patrón comparado con el concreto de agregado virutas de acero recicladas de 1" al 3% y 5%**

Se comparará los diferentes resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la tracción indirecta realizados en el laboratorio de la UNFV, la cual diferenciará el resultado de un concreto patrón y otro diseño con adición de virutas recicladas de 1" con adiciones de 3% y 5% en la edad de 28, el cual representa el 100% del resultado.

Tabla 76

Tabla de comparación de $f'c$ de tracción indirecta de diseño patrón y agregado de viruta 1" al 3% y 5%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	49.85
Concreto con adición de virutas de 1" al 3%	0	47.87
Concreto con adición de virutas de 1" al 5%	0	45.03

Fuente: *Elaboración propia*

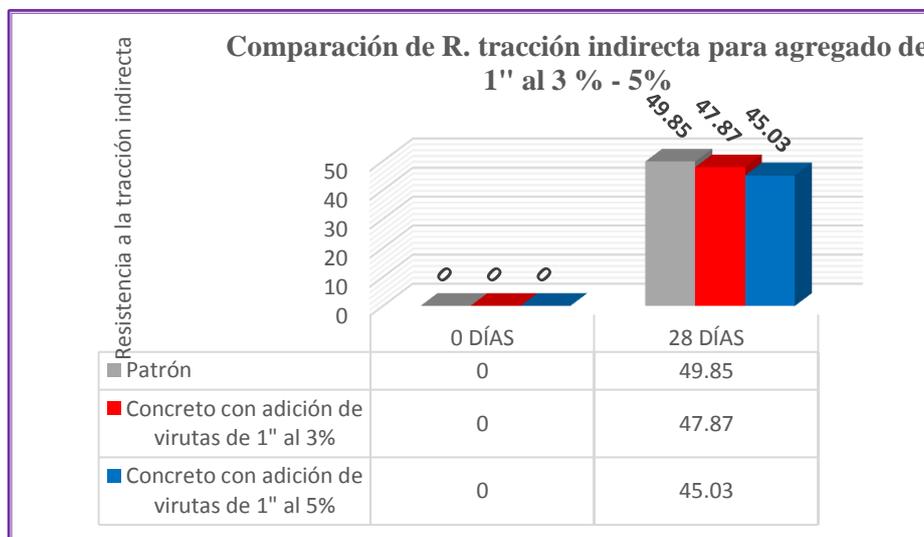


Figura 22: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1" al 3% y 5%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

Analizando los resultados obtenidos de resistencia a la tracción indirecta en la Figura 22, se puede apreciar, que a los 28 días de edad del concreto patrón, se obtiene 49.85 kg/cm², logrando de este modo la resistencia requerida de diseño (315 kg/cm²). Así mismo los resultados obtenidos de la resistencia de tracción indirecta a los 28 días de edad con incorporación de virutas de acero reciclado de 1" en los porcentajes 3% y 5%, en el primer caso alcanza una resistencia de 47.87 kg/cm, en el segundo caso se obtiene 45.03 kg/cm², ambos casos no logrando llegar a la resistencia de tracción indirecta requerida.

Comparación de la resistencia a la Tracción Indirecta de Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1" al 3%.

Tabla 77

Tabla de comparación de $f'c$ de tracción indirecta entre diseño patrón y agregado de viruta 1" al 3%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	49.85
Concreto con adición de virutas de 1" al 3%	0	47.87

Fuente: Elaboración propia

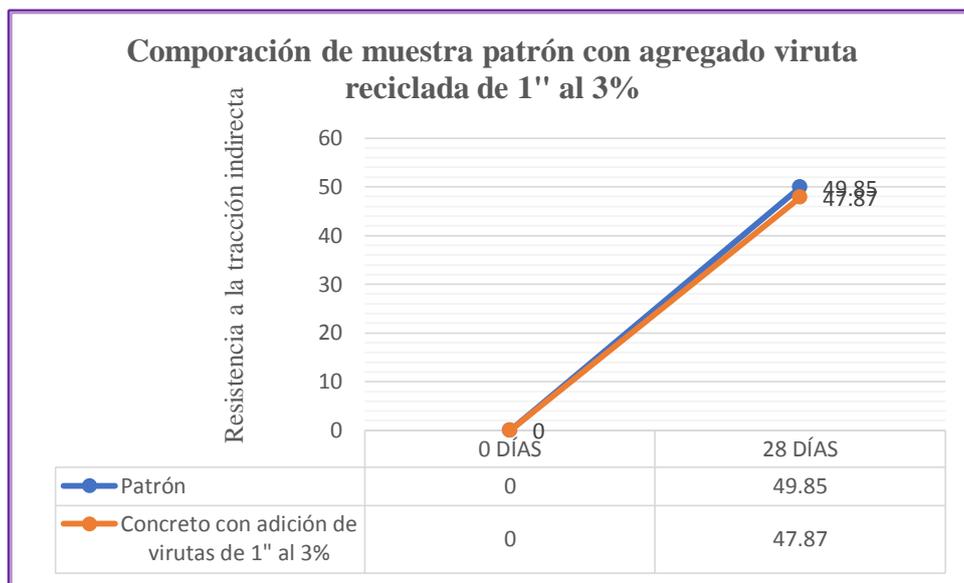


Figura 23: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1" al 3%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Teniendo en cuenta la figura 23

El $f'c$ promedio para la resistencia de tracción indirecta del concreto con incorporación del 3% de viruta de acero reciclado de 1" a la edad de 28 días, ensayo realizado para hallar resultado al 100%, es de 47.87 kg/cm², en la cual representa el 96.02% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 49.85 kg/cm². Obteniendo así una disminución del 3.97 % de resistencia a la tracción indirecta.

Comparación de la resistencia a la Tracción Indirecta de Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1" al 5%.

Tabla 78

Tabla de comparación de $f'c$ de tracción indirecta entre diseño patrón y agregado de viruta 1" al 5%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	49.85
Concreto con adición de virutas de 1" al 5%	0	45.03

Fuente: *Elaboración propia*

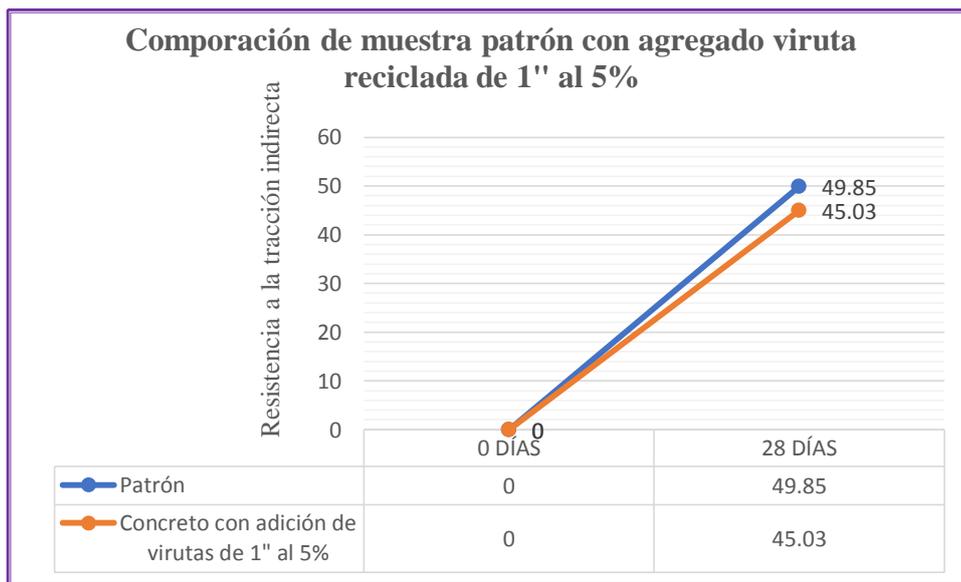


Figura 24: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo a tracción indirecta entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1" al 5%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

Como se observa en la figura 24

El $f'c$ promedio para la resistencia de tracción indirecta del concreto con incorporación del 5% de viruta de acero reciclado de 1" a la edad de 28 días, ensayo realizado para hallar resultado al 100%, es de 45.03 kg/cm², en la cual representa el 90.33% con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 49.85 kg/cm². Obteniendo así una disminución del 9.66 % de resistencia a la tracción indirecta.

3.3.2. ENSAYOS DE FLEXIÓN

Los ensayos de resistencia a la flexión responden a la norma de diseño ASTM C-78, la (Norma NTP 339.079) para ello es necesario realizar un ensayo de vigas. Según la norma el método de ensayo consiste en la realización de una viga para luego sobre ella aplicar una carga en los tercios de la luz hasta que se dé la falla, para ello las vigas deben cumplir la NTP 339.033, NTP 339.059 o NTP 339,183.

3.3.2.1. Ensayo de Flexión de Mezcla Patrón

Tabla 79

Tabla de resultado de ensayo de flexión de diseño patrón

IDENTIFICACIÓN	PATRÓN	PATRÓN
Fecha de Rotura	15/11/2018	15/11/2018
Diámetro	15.2	15.2
Altura de la viga (cm)	15.2	15.2
Luz libre entre apoyos (cm)	46,5	46,5
Carga (Kg)	3800	3811
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm ²)	50.32	50.46
Esfuerzo - Tracción (kg/cm ²)	50.39	

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.2. Ensayo de Flexión para el diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 3%

Tabla 80

Tabla de resultado de ensayo de flexión de diseño con agregado de viruta reciclada de ½” al 3%

IDENTIFICACIÓN	PATRÓN	PATRÓN
Fecha de Rotura	15/11/2018	15/11/2018
Ancho (cm)	15.20	15.20
Altura de la viga (cm)	15.20	15.20
Luz libre entre apoyos (cm)	46.50	46.50
Carga (Kg)	3880	3860
Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	51.38	51.11
Esfuerzo - Flexión (kg/cm ²)	51.25	

3.3.2.3. Ensayo de Flexión para el diseño con adición de viruta reciclada de ½” al 5%

Tabla 81

Tabla de resultado de ensayo de flexión de diseño con agregado de viruta reciclada de ½” al 5%

IDENTIFICACIÓN	PATRÓN	PATRÓN
Fecha de Rotura	15/11/2018	15/11/2018
Ancho (cm)	15.20	15.20
Altura de la viga (cm)	15.20	15.20
Luz libre entre apoyos (cm)	46.50	46.50
Carga (Kg)	3540	3550
Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	46.87	47.01
Esfuerzo - Flexión (kg/cm ²)	46.94	

Concreto patrón comparado con el concreto de agregado virutas de acero recicladas de 1/2" al 3% y 5%

Se comparará los diferentes resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a flexión realizados en el laboratorio de la UNFV, la cual diferenciará el resultado de un concreto patrón y otro diseño con adición de virutas recicladas de 1/2" con adiciones de 3% y 5% en la edad de 28, el cual representa el 100% del resultado.

Tabla 82

Tabla de resultado de ensayo de flexión de diseño con agregado de viruta reciclada de 1/2" al 3% y 5%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	50.39
Concreto con adición de virutas de 1/2" al 3%	0	51.25
Concreto con adición de virutas de 1/2" al 5%	0	46.94

Fuente: Elaboración propia

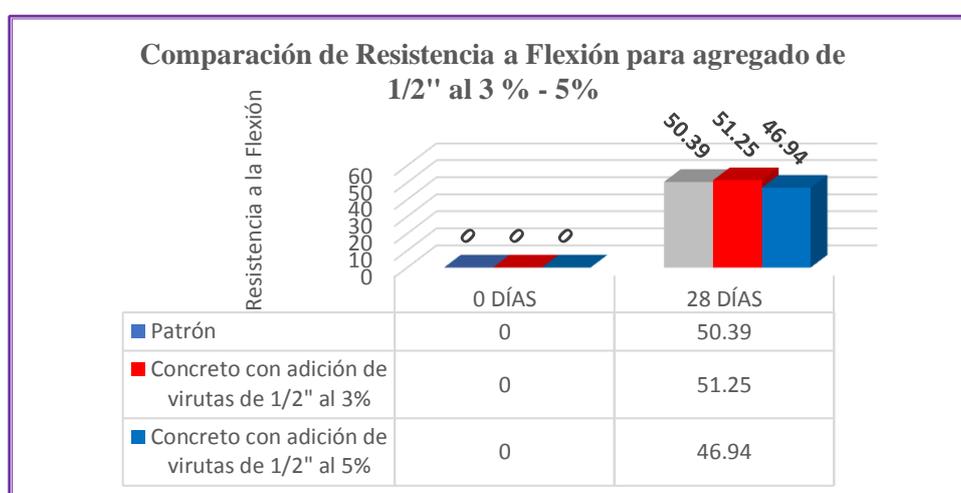


Figura 25: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2" al 3% y 5%

Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Analizando los resultados obtenidos de resistencia a la flexión en la Figura 25, se puede apreciar, que a los 28 días de edad del concreto patrón, se obtiene 50.39 kg/cm², logrando de este modo la resistencia requerida de diseño (315 kg/cm²). Así mismo los resultados obtenidos de la resistencia a flexión a los 28 días de edad con incorporación de virutas de acero reciclado de 1/2" en los porcentajes 3% y 5%, en el primer caso alcanza una resistencia de 51.25 kg/cm², en el segundo caso se obtiene 46.94 kg/cm², ambos casos no logrando llegar a la resistencia de tracción indirecta requerida.

Comparación de la resistencia a la Flexión de Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1/2" al 3%.

Tabla 83

Tabla de comparación de f^c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 3%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	50.39
Concreto con adición de virutas de 1/2" al 3%	0	51.25

Fuente: *Elaboración propia*

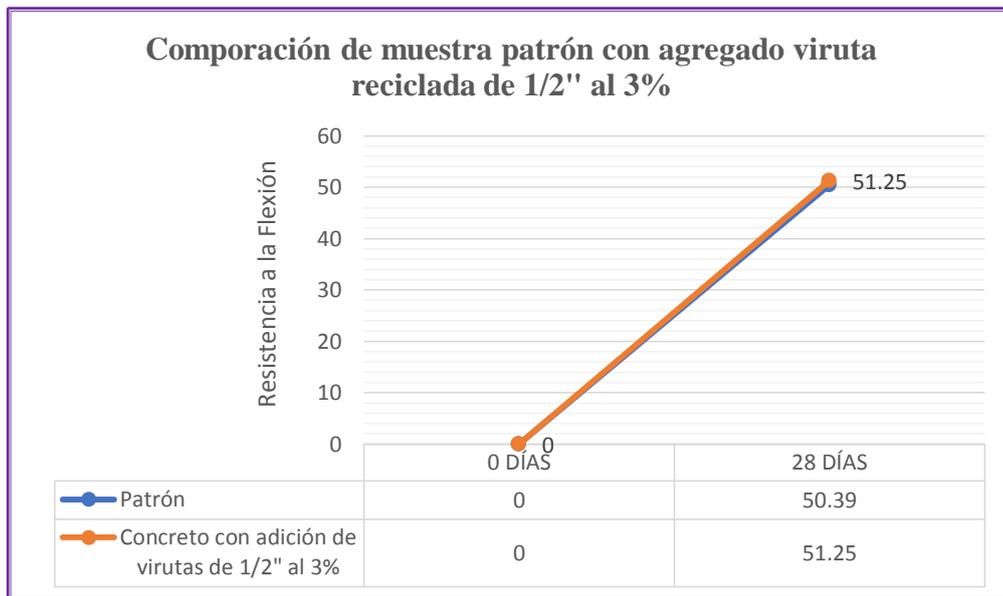


Figura 26: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2" al 3%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

En consecuencia de la figura 26

El f^c promedio para la resistencia de flexión del concreto con incorporación del 3% de viruta de acero reciclado de 1/2" a la edad de 28 días, ensayo realizado para hallar resultado al 100%, es de 51.25 kg/cm², en la cual representa el 101.7 % con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 50.39 kg/cm². Obteniendo así un aumento del 1.7 % de resistencia a la flexión.

Comparación de la resistencia a la Tracción Indirecta de Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1/2" al 5%.

Tabla 84

Tabla de comparación de f^c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta 1/2" al 5%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	50.39
Concreto con adición de virutas de 1/2" al 5%	0	46.94

Fuente: *Elaboración propia*

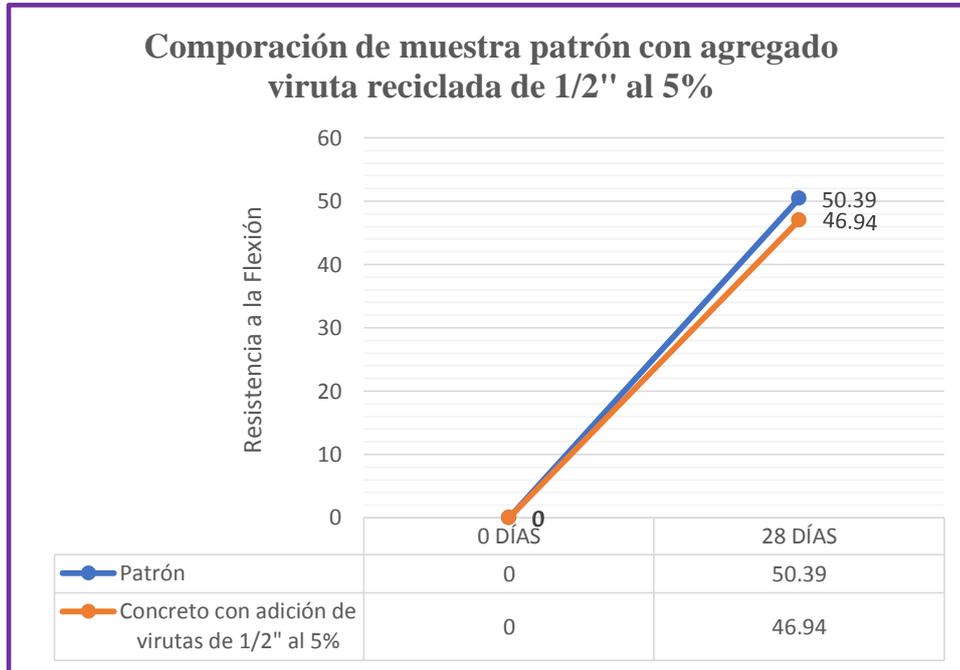


Figura 27: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1/2" al 5%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

Como se observa en la figura 27

El f^c promedio para la resistencia de flexión del concreto con incorporación del 5% de viruta de acero reciclado de 1/2" a la edad de 28 días, ensayo realizado para hallar resultado al 100%, es de 46.94 kg/cm², en la cual representa el 93.15 % con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 50.39 kg/cm². Obteniendo así una disminución del 6.84 % de resistencia a la flexión.

• **Concreto patrón comparado con el concreto de agregado virutas de acero recicladas de 1” al 3% y 5%**

Se comparará los diferentes resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la flexión realizados en el laboratorio de la UNFV, la cual diferenciará el resultado de un concreto patrón y otro diseño con adición de virutas recicladas de 1” con adiciones de 3% y 5% en la edad de 28, el cual representa el 100% del resultado

Tabla 85

Tabla de comparación de $f'c$ de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta 1” al 3% y 5%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	50.39
Concreto con adición de virutas de 1" al 3%	0	50.78
Concreto con adición de virutas de 1" al 5%	0	44.36

Fuente: *Elaboración propia*

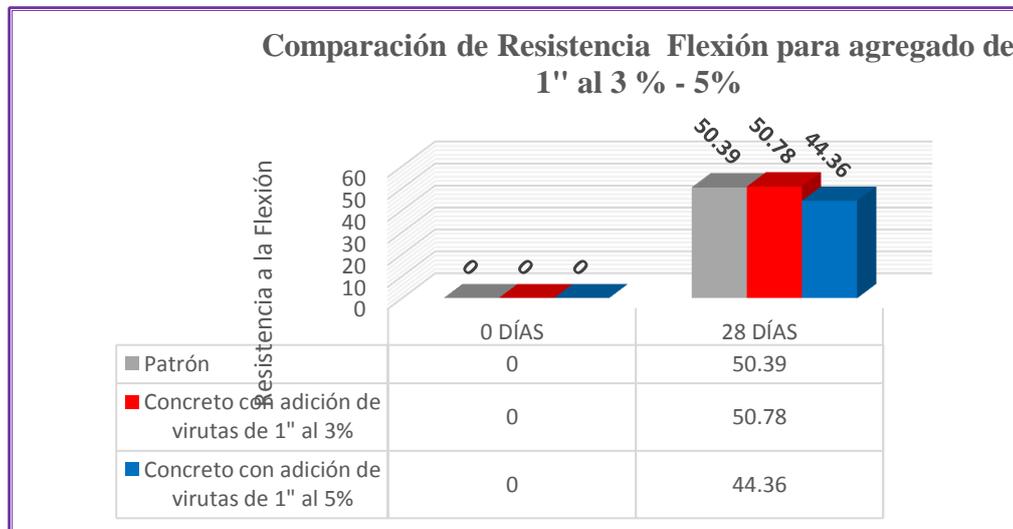


Figura 28: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1” al 3% y 5%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

Analizando los resultados obtenidos de resistencia a la flexión en la Figura 28, se puede apreciar, que a los 28 días de edad del concreto patrón, se obtiene 50.39 kg/cm², logrando de este modo la resistencia requerida de diseño (315 kg/cm²). Así mismo los resultados obtenidos de la resistencia a flexión a los 28 días de edad con incorporación de virutas de acero reciclado de 1” en los porcentajes 3% y 5%, en el primer caso alcanza una resistencia de 50.78 kg/cm, logrando superar la resistencia a flexión requerida, en el segundo caso se obtiene 44.36 kg/cm², no logrando llegar a la resistencia de flexión requerida.

Comparación de la resistencia a la Flexión de Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1" al 3%.

Tabla 86

Tabla de comparación de $f'c$ de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta 1" al 3%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	50.39
Concreto con adición de virutas de 1" al 3%	0	50.78

Fuente: *Elaboración propia*

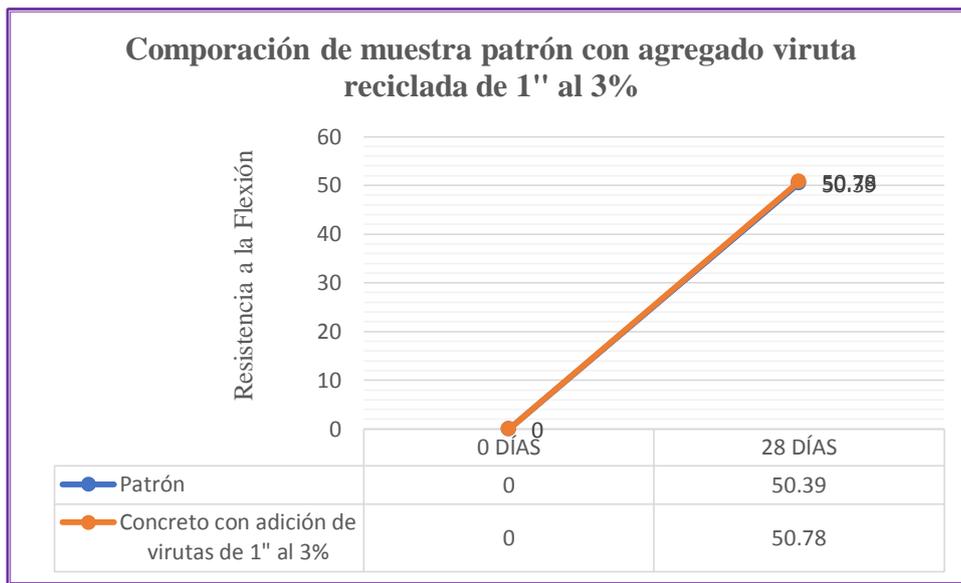


Figura 29: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1" al 3%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

Frente a la figura 29

El $f'c$ promedio para la resistencia de flexión del concreto con incorporación del 3% de viruta de acero reciclado de 1" a la edad de 28 días, ensayo realizado para hallar resultado al 100%, es de 50.78 kg/cm², en la cual representa el 100.7 % con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 50.39 kg/cm². Obteniendo así un aumento del 0.7 % de resistencia a la flexión.

Comparación de la resistencia a la Flexión de Patrón vs concreto con incorporación de viruta de acero reciclado de longitud 1" al 5%.

Tabla 87

Tabla de comparación de f^c de flexión entre diseño patrón y agregado de viruta 1" al 5%

TESTIGOS /DIAS	0 DÍAS	28 DÍAS
Patrón	0	50.39
Concreto con adición de virutas de 1" al 5%	0	44.36

Fuente: *Elaboración propia*

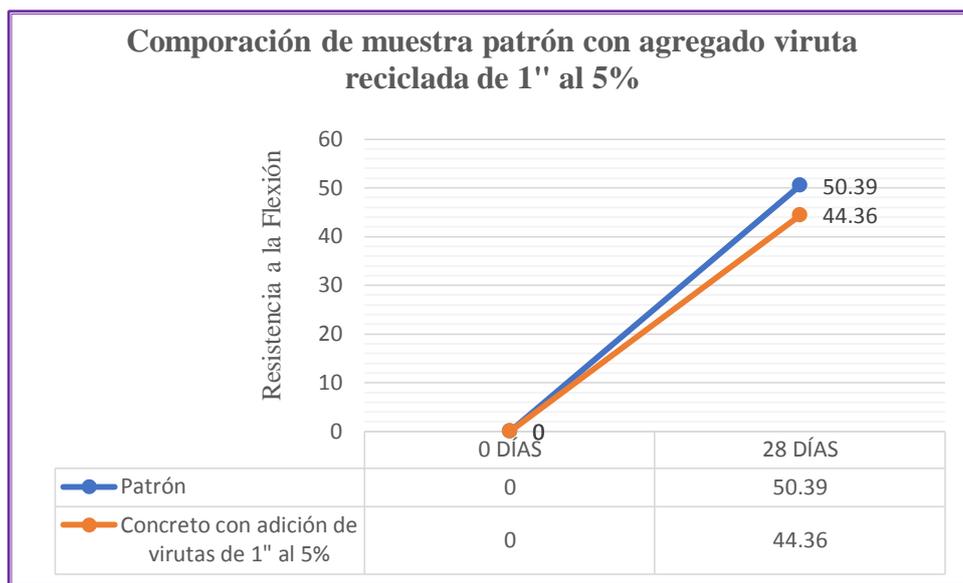


Figura 30: Grafico de líneas con fines de comparación de esfuerzo flexión entre diseño patrón y diseño con adición de viruta de acero 1" al 5%

Fuente: *Elaboración propia*

Interpretación

Como se observa en la figura 30

El f^c promedio para la resistencia de flexión del concreto con incorporación del 5% de viruta de acero reciclado de 1" a la edad de 28 días, ensayo realizado para hallar resultado al 100%, es de 44.36 kg/cm², en la cual representa el 88.03 % con respecto a la resistencia lograda del concreto normal de 50.39 kg/cm². Obteniendo así una disminución de resistencia a la flexión del 11.96%.

IV. DISCUSIÓN

- De la Cruz, W.R & Quispe, W.R, (2014), en su tesis de pregrado con el título de “*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*” tenía como **objetivo** investigar las influencias de la adición de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto, para ello empleó su **metodología** la cual consistió en la realización de ensayos con probetas cilíndricas y prismáticas para luego comparar los ensayos obtenidos entre el concreto convencional y el concreto con fibras de acero Wirand FF1, ante ello obtuvieron como mejor **resultado** en lo que respecta a los ensayos a la resistencia a compresión en concreto fibro-reforzado en el tiempo de 28 días con 272 kg/cm², en el caso a la resistencia a flexión, los mejores resultados lo obtuvieron a la edad de 45 días con 44 kg/cm². Finalmente llegaron a la **conclusión** que el concreto fibro-reforzado no tiene mayor influencia en el incremento de la resistencia a compresión ya que el aumento es pequeño, en la resistencia a flexión concluyeron que la incorporación de fibra de acero en el concreto es relevante en el incremento de la resistencia, se deduce que como el acero facilita el refuerzo a la losa, esto garantiza un control óptimo a la figuración.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación, con respecto a los nuevos diseños de mezcla con adición de virutas de acero recicladas brindan una variación pequeña en cuanto a los ensayos de la resistencia a la flexión, compresión y tracción directa, dichos ensayos fueron realizados teniendo como patrón una mezcla de concreto para mediano y alto tránsito con un $f'c$ mayor de 280 kg/cm², en dichos resultados nos brindaron respuestas optimas en diseños con agregados de viruta de acero de ½” al 3% , puesto que alcanza una resistencia mayor a los $f'c= 315$ kg/cm² para compresión, este nuevo diseño nos ofrece una nueva proporción de diseño de mezcla el cual reemplaza agregados tantos finos como gruesos, logrando así un concreto efectivo tanto en resistencia, durabilidad y nuevo diseño de rendimiento económico, puesto que su nuevo agregado (viruta de acero) es obtenido como producto reciclable.

- Laos, W.J (2007), en su tesis que lleva el título de “*Utilización de fibras metálicas para la construcción del concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa*” fijó como **objetivo** evaluar cuales son los beneficios del uso de fibras, para ello se quiso encontrar relación de resistencia del concreto en diferentes periodos de tiempos con y sin fibra, encontrar un diseño de mezcla y hallar también el módulo de rotura en vigas ensayadas a 28 días llevadas a cabo en ensayos normalizados en laboratorios. Aplicando la metodología de investigación experimental, los **resultados** obtenidos en la resistencia a compresión varia su resistencia para 7 días en un 15% y para los 14, 21 y 28 días es mayor en un 20%; para el caso de los resultados en la resistencia flexión del concreto con fibras metálicas obtuvo una mejora en la resistencia a comparación del concreto convencional con lo que es posible reducir los espesores de pavimento rígido, como **conclusión** el autor de la tesis propone como recomendación que la dosificación de fibra de acero sea de 25 kg por m³ de concreto.

Al igual que la tesis previamente mencionada en discusión, nosotros estamos conforme que hemos obtenidos resultados óptimos en nuestro proyecto de investigación, como ya se había mencionado con anterioridad, se había diseñado 4 diseños de mezcla, el primero con agregados de viruta de acero reciclado de ½” al 3%, el segundo con viruta reciclada ½” al 5%, el tercero con viruta de acero reciclada de 1” al 3% y el último viruta de acero reciclado de 1” al 5%, dando respuestas óptimas y efectivas al diseño con agregado de viruta de 1/2” al 3% para ensayos de compresión, flexión y tracción. Así mismo, cabe resaltar que a diferencia del diseño de mezcla obtenido por el autor Laos, en nuestra investigación la dosificación de viruta de acero empleado para 1m³ es de 14 kg, en reemplazo de los agregados fino y grueso.

- Sarta, H. N & Silva, J. L, (2017) en su tesis de pregrado titulada “*Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y al 6%*” fijaron como **objetivo** realizar un análisis comparativo del hormigón convencional y el hormigón reforzado con fibras de acero a un 4% y 6% intentando mejorar resistencia a los esfuerzos. Se utilizó la **metodología** experimental, para el proceso de la tesis se ejecutaron ensayos en laboratorios como resistencia a la flexión, compresión y tensión, donde como **resultado** se dio un porcentaje de aumento considerable en la resistencia del concreto con fibras de acero; en la resistencia a la compresión se obtuvo un aumento de su resistencia en 17,54% a la edad de 28 días; así también en la resistencia a la tracción el concreto fibro-reforzado obtuvieron resultados favorables de 42.26% del aumento en su resistencia frente al concreto convencional demostrando que las fibras reaccionaron positivamente a las cargas vivas; para la resistencia a la flexión del concreto fibro-reforzado al 6% presento un aumento de la resistencia del 56,26% a la edad de 28 días. Llegando a la **conclusión** que en todos los casos ensayados se evidenció un aumento en la resistencia del concreto fibro-reforzado.

Los resultados obtenidos en la tesis de Sarta & Silva, no estoy de acuerdo en caso a la proporción brindada por los autores, puesto que dichos autores emplearon agregados al 4% y 6%, con lo cual nos sirvió de base de guía para poder realizar nuestro nuevo diseño de mezcla, eligiendo un rango de prueba de 3% a 5% así obtener los resultados a los ensayos ya mencionado, flexión, compresión y tracción. Nuestro resultado nos brindó respuestas óptimas para diseño de ½” al 3%, lo que no sucedió cuando se aumenta dicho agregado al 5%, el concreto pierde la propiedad de trabajabilidad y al querer recuperar dicha propiedad nuestra relación agua/cemento se altera y pierde la consistencia y falla prueba final de resistencia.

V. CONCLUSIÓN

Conclusión general

- Se diseñó una nueva mezcla de concreto para uso en pavimentos de mediano y alto tránsito, por ende se diseñó con un $f'c > 280 \text{ kg/cm}^2$, considerando un límite entre $f'c$ y $f'cr$ [$280 \text{ kg/cm}^2 - 360 \text{ kg/cm}^2$], a lo que nuestro concreto patrón obtuvo un resistencia a la compresión a los 28 días (resultado de 100%) de 315 kg/cm^2 . En base a ese dato de referencia se trabajaron los ensayos para los cuatro diseños de mezcla (viruta de $\frac{1}{2}$ " al 3%, viruta de $\frac{1}{2}$ " al 5%, viruta de 1" al 3%, viruta de 1" al 5%), concluyendo de manera general que efectivamente, si marcan una influencia significativa a los ensayos de propiedades mecánicas del concreto, siendo el diseño más efectivo el de agregado de viruta de $\frac{1}{2}$ " al 3% ya que el resultado de compresión obtenido fue 327 kg/cm^2 y 319 kg/cm^2 ; por ende si mejora la respuesta a su resistencia.

Conclusión específica

- De acuerdo a los resultados obtenidos y analizados en nuestra investigación se puede afirmar que el agregado de virutas de acero reciclado si incide en la resistencia a la flexión realizado en el concreto, siendo el resultado más óptimo el agregado de $\frac{1}{2}$ " al 3% con un resultado de 51.25 kg/cm^2 y viruta de 1" al 3% con un resultado de 50.74 kg/cm^2 teniendo en cuenta que el resultado a flexión patrón fue 50.39 kg/cm^2 . No obstante los otros diseños arrojaron resultados en el caso de $\frac{1}{2}$ " al 5% de 46.97 kg/cm^2 y caso de 1" al 5% de 44.96 kg/cm^2 .
- En base a los resultados obtenidos, se concluye que el agregado de virutas de acero reciclado si atribuye en los resultados de la resistencia a la compresión realizado en el concreto, siendo el resultado más óptimo el agregado de $\frac{1}{2}$ " de 3%, ya que se obtuvo un resultado de 323 kg/cm^2 teniendo en cuenta que el resultado a compresión patrón fue 315 kg/cm^2 . No obstante los otros diseños arrojaron resultados para el caso de $\frac{1}{2}$ " al 5% de 276.5 kg/cm^2 , para caso de 1" al 3% de 285.5 kg/cm^2 y en para el caso de viruta 1" al 5% 270 kg/cm^2 . Si bien es cierto, son respuestas de resistencia alta, pero no lograron pasar la barra del $f'c$ patrón.

- Se concluye también, que el agregado de virutas de acero reciclado si mejora resultados de resistencia a la tracción realizado en el concreto, siendo el resultado más óptimo el agregado de 1/2" al 3% con un resultado de 50.84 kg/cm² teniendo en cuenta que el resultado a tracción patrón fue 49.85 kg/cm². No obstante los otros diseños arrojaron resultados en el caso de viruta de 1/2" al 5% de 46.40 kg/cm² y caso de viruta de 1" al 3% de 47.87 kg/cm² y viruta de 1" al 5% de 45.03 kg/cm².

VI. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a todos los ensayos realizados, se recomienda hacer uso del diseño de mezcla con adición de viruta de $\frac{1}{2}$ " al 3% de agregado, ya que a comparación de todos los 4 diseños de mezcla, el diseño de mezcla de $\frac{1}{2}$ " al 3% resulto con valores óptimos para los 3 ensayos de evaluación de comportamiento mecánico de compresión, flexión y tracción.
- Para trabajos de laboratorio tanto en el manejo de materiales de agregado finos, gruesos, virutas de acero, así mismo como la fabricación de probetas, es importante utilizar los equipos de protección personal como mascarillas, gafas y guantes, ya que los elementos utilizados en el experimento, pueden resultar siendo dañinos para la salud.
- Se recomienda realizar las dosificaciones de diseño de mezcla de manera tal que permitan brindar mejor trabajabilidad al concreto, ya que si esta se ve alterada en su relación de agua/ cemento (a/c) puede afectar sus propiedades en estado fresco, el slump del concreto, la exudación del concreto, entre otros, lo cual conllevaría posteriormente a malos resultados de pruebas de resistencia mecánica del concreto como flexión, tracción y compresión.
- Se recomienda estudiar futuras investigaciones sobre la incorporación de virutas de acero reciclada provenientes de reciclados de fábricas metalmecánicas, haciendo pruebas de porcentajes diferentes a los ya mencionados de 3% y 5% ya que en vista a los resultados se prueba que se obtienen resultados que influyen en el comportamiento mecánico. Así mismo es una nueva alternativa para hacer uso de un nuevo diseño de concreto más resistente y durable.
- Se recomienda seguir el procedimiento de diseño de mezclas establecido por las normas nacionales e internacionales, para obtener un resultado óptimo. Considerar un cronograma de tiempo, ya que cada ensayo cuenta con tiempo estimado entre los 7 y 28 primeros días.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VII. REFERENCIAS

- 400.010, NTP. 2008.** *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso de morteros y hormigones (concreto).* Lima : Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI, 2008.
- Abanto Castillo, Flavio. 2017.** *Tecnología del Concreto.* Lima : San Marcos, 2017.
- Ahad, Abdul, Raza Khan, Zishan and Srivastava Deep, Shumank. 2015.** *Application of steel fiber in increasing the strength, Life - Perios and reducing Overall Cost of Road Construction .* Lucknow , India : Scientific Research Publising INC., 2015.
- Arriaga, Tafhurt Libardo. 2013.** *Utilización del agregado grueso de concreto reciclado en elemento estructurales de concreto reforzado.* Bogotá : Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2013. p. 274.
- ASALE. 2014.** *Diccionario de la Lengua Española DEL.* [ed.] Asociación de Academias de la Lengua Española. 23. Madrid : Real Académia Española, 2014. p. 2376.
- Balestrini A., Miriam. 2013.** *Como se elabora el Proyecto de Investigación.* [ed.] Universidad Nacional Abierta. Venezuela : BL Consultores Asociados, 2013. p. 265. Vol. VI. ISBN 9806293037.
- Borja S., Manuel. 2012.** *Metodología de la investigación científica para ingenieros.* Chiclayo : s.n., 2012.
- Cachay, R. 2014.** *Diseño de mezclas del concreto.* [<http://cecfic.uni.edu.pe/archivos/concreto/concreto/DISENO%20DE%20MEZCLAS%20PARA%20RESIDENCIA%20DE%20OBRA.pdf>] Lima : cecfic.uni, Junio 07, 2014.
- Cárdenas, J. A. 2015.** *Fibras de acero para reforzar concreto.* [https://issuu.com/legissa/docs/metal17_pags66a69] s.l. : LEGIS S.A., 2015.
- Carrasco Diaz, S. 2014.** *Metodologia de la investigacion cientifica: Pautas para diseñar y elaborar un Proyecto de Investigacion.* Lima. Peru. : San Marcos, 2014.
- Carrillo, J. R. y Rojas, J. F. 2017.** *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón $f'c$ 210kg/cm² y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla.* Cusco : Universidad andina del cusco, 2017.

Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero. **Robayo, R.; Matthey, P. y Delvasto, S. 2013.** 2, Colombia : Robayo, 2013, Vol. 12. 0098.

Contreras L., Carlos. 2012. *Concreto con áridos reciclados: Adaptación de esta tecnología, alcanzando por lo menos 210kg/cm² de resistencia a la compresión.* Ecuador : Universidad de Cuenca, 2012. p. 156.

De la Cruz, W. R. y Quispe , W. R. 2014. *Influencia de la adición de fibra de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga - Ayacucho.* Huamanga : Universidad nacional de Huancavelica, 2014.

Gallovich Sarzalejo, Antonio, et al. 2007. *Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón (Manual Técnico).* Brasilia : Maccaferri America Latina, 2007. 239 .

Guevara Huarcaya, Jimmy. 2008. *Análisis comparativo del comportamiento del concreto simple con el concreto reforzado con fibras de acero Wirand.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2008.

Guzmán, J. G. 2015. *Estudio técnico experimental de una placa de hormigón reforzada con fibra de acero apoyada en el suelo aplicado en obras portuarias.* Valencia : Universidad politécnica de valencia, 2015.

Hernandez Sampietri, Roberto, Fernandez Collado, Carlos and Baptista Lucio, Maria del Pilar. 2014. *Metodología de la Investigación.* Mexico : Mc. Graw Hill. 6ta Edición, 2014 , 2014. ISBN:978--4562-2396-0.

INACAL. 2018. *Normas Técnicas Peruanas* .
[<http://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>] Lima : Instituto Nacional de Calidad, 2018.

Javier Z., Claudio. 2016. *Hormigones reciclados: Caracterización de los agregados gruesos reciclados.* Buenos Aires : Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2016. p. 135.

Jordan, J.; Viera, N. 2014. *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra.* Nuevo Chimbote : s.n., 2014. p. 274.

Kamel, M. A. 2016. *Quantification of Benefits of Steel Fiber Reinforced for Rigid Pavement; American Journal of Civil Engineering and Architecture.* Egypt : American Journal of Civil Engineering and Architecture, 2016. 10.

- Laos, W. J. 2011.** *Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa, lima, Perú.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2011.
- López, J. 2015.** *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: Influeincia del tipo y consumo de fibras adicionado.* D. F. México : s.n., 2015.
- MACCAFERRI. 2014.** grupo estructuras y sismica. [Online] 2014. [Cited: junio 17, 2018.] https://grupoestructurasysismicaumng.files.wordpress.com/2014/12/2-fibras_concretos_fibre reforzados_og.pdf.
- Mármol Salazar, Patricia Cristina. 2012.** *Hormigones con Fibras de Acero Características Mecánicas.* Madrid : Univerisdad Politénica de Madrid, 2012.
- Mendoza Vargas, Juan Ivan, Vásquez, Alberto and Villa Archila, Manuel Ricardo. 2012.** *Análisis del esfuerzo residual en concreto para pavimento rigido reforzado con fibras metálicas y sintéticas.* Bogota : UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, 2012.
- Montalvo, M. E. 2015.** *Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales .* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015.
- Muñoz, A. G. y Pacheco, D. D. 2018.** *Estudio para la optimizacion del diseño de un concreto auto-compactante reforzado con fibras de acero.* Arequipa : Univesidad San Agustin. Tesis de Pregrado, 2018.
- NTP 400.010. 2001.** *AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras.* Lima : Comisión de Reglamento Técnico y Comerciales - Indecopi, 2001.
- NTP 400.012. 2001.** *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado.* Lima : Comisión de Reglamento Técnico y Comerciales - Indecopi, 2001.
- NTP 400.017. 2011.** *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.* Lima : Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI, 2011.
- NTP 400.021, 2002. 2002.** *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.* Lima : Comisión de Reglamento Técnico y Comerciales - INDECOPI, 2002.

NTP 400.022. 2013. *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.* Lima : Comisión de reglamentos técnicos y comerciales - INDECOPI, 2013.

Ñaupas, A. 2014. *Metodología de investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis.* Bogotá : Ediciones de Universidad de Bogotá, 2014. ISSN: 2007-2309.

Pacheco, G. A. 2016. *Resistencia a compresión axial del concreto $F'c= 175 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades,* UPN - 2016 . Cajamarca : Universidad privada del norte , 2016.

Rodríguez, J. A. 2012. *Asentamiento de concreto fresco con el cono de ABRAMS.* [https://es.slideshare.net/Consultora_KECSAC/modulo-vi-supervisin-control-y-evaluacin-de-la-calidad-del-concreto-parte-2] Chimbote : Consultora KECSAC, Octubre 2012.

Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D. 2016. *Metodología de la investigación 6° edición .* Mexico : Mac GRAW HILL INTERAMERICANA EDITORES SA, 2016. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

Sanchez , D. 2011. *tecnología del concreto y del mortero.* 5ta. Bogota : Bhandar Editores LTDA, 2011. 394.

Sanchez Carlessi, H and Reyes Meza, C. 2015. *Metodología y Diseño en la investigación científica.* Lima. Peru : Vision Universitaria, 2015.

Sánchez V., Ismael. 2016. *Propiedades mecánicas y durabilidad de concretos haciendo uso de agregados reciclados en construcción de viviendas en el municipio de Ocaña norte de Santander.* Colombia : Universidad Francisco de Paula Santander, 2016. p. 101.

Sánchez, J. L.; Cobo, A.; Díaz, B. y Mateos, I.;. 2015. *Estudio experimental del comportamiento a compresión de hormigones auto-compactantes reforzados con fibra de acero.* Madrid : Universidad politecnica de Madrid, 2015. 11.

Santalla, Luis. 2016. *Reduccion de costos a traves de una efectiva gestion de virutas metalicas.* [http://teoriadeconstruccion.net/blog/viruta_metalica/] lima : s.n., 2016.

Sarta, H. N. y Silva, J. L. 2017. *Analisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%.* Bogota : Universidad Catolica de Colombia, 2017. 66.

Sotil, A. J. y Zegarra, J. E. 2015. *Analisis 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 rigido. Lima : Pontificie Universidad Catolica del Peru, 2015. 194.

UCOL. 2018. *El presupuesto en un proyecto de investigación.*
[https://recursos.ucol.mx/tesis/presupuesto_proyecto_investigacion.php] México :
Universidad de Colima, 2018.

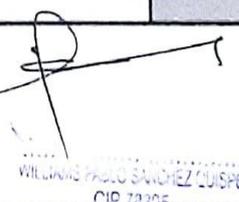
Vizconde, H. 2013. *Diseño de mezclas método ACI.*
[<https://es.slideshare.net/HebertPoemape/diseo-de-mezclas-23718139>] s.l. : SlideShare,
Junio 30, 2013.

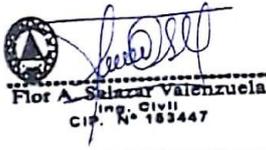
ANEXOS

**ANEXO 01: GUIA DE MATRIZ
CONSISTENCIA**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Problema principal	Objetivo Principal	Hipótesis principal	Variable Independiente: VIRUTAS DE ACERO RECICLADA	Viruta ondulada 1"	Adición de 3%
¿Cuál es la influencia de la adición de virutas de acero recicladas al concreto en el comportamiento mecánico para pavimentos rígidos en Lima, 2018?	Calcular la incidencia de la adición de virutas de acero recicladas al concreto en el comportamiento mecánico para pavimentos rígidos en Lima, 2018.	La adición de virutas de acero recicladas al concreto influye significativamente en el comportamiento mecánico para pavimentos rígidos en Lima, 2018.		Viruta ondulada 1/2"	Adición al 5%
Problemas Específico	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas		Resistencia a la Flexión	Adición de 3%
¿Cuánto incide la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la flexión para pavimentos rígidos en Lima, 2018?	Calcular la incidencia de adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la flexión para pavimentos rígidos en Lima, 2018	La adición de virutas de acero recicladas al concreto incide directamente en la resistencia a la flexión para pavimentos rígidos en Lima, 2018.		Resistencia a la Compresión	Adición al 5%
¿Cómo atribuye la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la comprensión para pavimentos rígidos en Lima, 2018?	Analizar la contribución de adición de viruta de acero recicladas al concreto en la resistencia a la comprensión para pavimentos rígidos en Lima, 2018	La adición de virutas de acero recicladas al concreto contribuye positivamente en la resistencia a la comprensión para pavimentos rígidos en Lima, 2018.	Variable Dependiente: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE CONCRETO	Resistencia a la tracción	28 días hasta llegar al $f'c = 40 \text{ kg/cm}^2$
¿En cuánto mejora la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la tracción para pavimentos rígidos en Lima, 2018?	Estudiar cuanto mejora la adición de virutas de acero recicladas al concreto en la resistencia a la tracción para pavimentos rígidos en Lima, 2018.	La adición de virutas de acero recicladas al concreto mejora considerablemente la resistencia a la tracción para pavimentos rígidos en Lima, 2018.			7, 14, 28 días hasta llegar al $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
					28 días hasta llegar al $f'c = 45 \text{ kg/cm}^2$

ANEXO 02:
-INTRUMENTOS
-VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		ASPECTO DE VALIDACIÓN
PROYECTO :		Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos, Lima 2018.				
AUTORES :		Condori de la Peña Elizabeth & Palomares Hurtado Verónica Milagros				
Información General						
Ubicación		LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL UNFV	Provincia	LIMA		1
Distrito		MAGDALENA DEL MAR	Departamento	LIMA		
Virutas de acero recicladas (Variable independiente)						
Ensayos / Estudio		Parámetros de Diseño		Norma	Unidad	0.9
Granulometria		Agregado grueso & fino		NTP. 400.012	%	
Peso Unitario		Agregado grueso & fino		NTP. 400.017	Kg	
Peso Especifico		Agregado grueso & fino		NTP. 400.022	Kg	
Contenido de humedad		Agregado grueso & fino		NTP. 339.185	Lt.	
Diseño de Mezcla		3%, 5%		ACI 522R_10	%	
Comportamiento mecánico del concreto (Variable dependiente)						
Ensayos / Estudio		Parámetros de Diseño		Norma	Unidad	0.81
Ensayos a la Compresión		Diseño con sin adición vs Diseño con Adición de virutas recicladas (7 - 14 - 28 días)		NTP. 339.034	Kg/cm ²	
Ensayos a la Flexión		Diseño con sin adición vs Diseño con Adición de virutas recicladas (28 días)		NTP. 339.034	Kg/cm ²	
Ensayos a la Tracción		Diseño con sin adición vs Diseño con Adición de virutas recicladas (28 días)		NTP. 339.054	Kg/cm ²	
DATOS DEL EVALUADOR						Promedio de validación
Apellidos y Nombres:		JANCHEZ QUISPE WILLIAMS PABLO E.				0.855
Registro CIP:		78305	Teléfono:	966976551		
Correo:		WILLIAMS2609@HOTMAIL.COM				
RANGOS		CONFIABILIDAD				 WILLIAMS PABLO SANCHEZ QUISPE CIP 78305
0.81 - 1.00		MUY ALTA				
0.61 - 0.80		ALTA				
0.41 - 0.60		MODERADA				
0.21 - 0.40		BAJA				
0.01 - 0.20		MUY BAJA				
(Ruiz Bolivar, 2002, p.12).						FIRMA DEL EVALUADOR

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO :		Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos, Lima 2018.			
AUTORES :		Condori de la Peña Elizabeth & Palomares Hurtado Verónica Milagros			
Información General					
Ubicación	LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL UNFV	Provincia	LIMA	↓	
Distrito	MAGDALENA DEL MAR	Departamento	LIMA		
Virutas de acero recicladas (Variable independiente)					
Ensayos /Estudio	Parámetros de Diseño	Norma	Unidad	0.78	
Granulometria	Agregado grueso & fino	NTP. 400.012	%		
Peso Unitario	Agregado grueso & fino	NTP. 400.017	Kg		
Peso Especifico	Agregado grueso & fino	NTP. 400.022	Kg		
Contenido de humedad	Agregado grueso & fino	NTP. 339.185	Lt.		
Diseño de Mezcla	3%, 5%	ACI 522R_10	%		
Comportamiento mecánico del concreto (Variable dependiente)					
Ensayos /Estudio	Parámetros de Diseño	Norma	Unidad	0.80	
Ensayos a la Compresión	Diseño con sin adición vs Diseño con Adición de virutas recicladas (7 - 14 - 28 días)	NTP. 339.034	Kg/cm ²		
Ensayos a la Flexión	Diseño con sin adición vs Diseño con Adición de virutas recicladas (28 días)	NTP. 339.034	Kg/cm ²		
Ensayos a la Tracción	Diseño con sin adición vs Diseño con Adición de virutas recicladas (28 días)	NTP. 339.054	Kg/cm ²		
DATOS DEL EVALUADOR					Promedio de validación
Apellidos y Nombres:	Salazar Valenzuela Flor Alyssa			0.79	
Registro CIP:	153447	Teléfono:	937826752		
Correo:	floralysa@outlook.com.				
RANGOS		CONFIABILIDAD		 Flor A. Salazar Valenzuela Ing. Civil CIP. N° 183447	
0.81 - 1.00		MUY ALTA			
0.61 - 0.80		ALTA			
0.41 - 0.60		MODERADA			
0.21 - 0.40		BAJA			
0.01 - 0.20		MUY BAJA			
(Ruiz Bolivar, 2002, p.12).				FIRMA DEL EVALUADOR	

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA TÉCNICA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		Aspecto de Validación
PROYECTO :		Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos, Lima 2018.				
AUTORES :		Condori de la Peña Elizabeth & Palomares Hurtado Verónica Mllagros				
Información General						
Ubicación		LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL UNFV	Provincia	LIMA		1
Distrito		MAGDALENA DEL MAR	Departamento	LIMA		
Virutas de acero recicladas (Variable independiente)						
Ensayos /Estudio		Parámetros de Diseño		Norma	Unidad	0.80
Granulometria		Agregado grueso & fino		NTP. 400.012	%	
Peso Unitario		Agregado grueso & fino		NTP. 400.017	Kg	
Peso Especifico		Agregado grueso & fino		NTP. 400.022	Kg	
Contenido de humedad		Agregado grueso & fino		NTP. 339.185	Lt.	
Diseño de Mezcla		3%, 5%		ACI 522R_10	%	
Comportamiento mecánico del concreto (Variable dependiente)						
Ensayos /Estudio		Parámetros de Diseño		Norma	Unidad	0.81
Ensayos a la Compresión		Diseño con sin adición vs Diseño con Adición de virutas recicladas (7 - 14 - 28 días)		NTP. 339.034	Kg/cm2	
Ensayos a la Flexión		Diseño con sin adición vs Diseño con Adición de virutas recicladas (28 días)		NTP. 339.034	Kg/cm2	
Ensayos a la Tracción		Diseño con sin adición vs Diseño con Adición de virutas recicladas (28 días)		NTP. 339.054	Kg/cm2	
DATOS DEL EVALUADOR						Promedio de validación
Apellidos y Nombres:		<i>Forján Quintana José Luis</i>				0.805
Registro CIP:		<i>55908</i>		Teléfono:	<i>985831011</i>	
Correo		<i>forjan@inpe.gob.pe</i>				
RANGOS		CONFIABILIDAD				
0.81 - 1.00		MUY ALTA				
0.61 - 0.80		ALTA				
0.41 - 0.60		MODERADA				
0.21 - 0.40		BAJA				
0.01 - 0.20		MUY BAJA				
(Ruiz Bolívar, 2002, p.12).						FIRMA DEL EVALUADOR



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-147-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
Lugar de Calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
Magdalena del Mar - Lima
Tipo de equipo : Maquina de Compresión Axial Hidráulica - Manual
Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)
División de escala : 2 kN (500 lbf)
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Modelo : CT-710A
N° de serie : 6738
Código UNFV : 45036
Tipo de dial indicador : Analógico tipo reloj modelo CT-728D con N° de serie 1903
Procedencia : USA
Método de Calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) Inicial : 23,3°C / 83%
Temp.(°C) y H.R.(%) Final : 23,3°C / 81%
Patrón de Referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-8294F1314
Número de páginas : 2
Fecha de Calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JOSÉ FRANCISCO RAMÍREZ JAPILLA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-147-2015

Página 1 de 2

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com

Resultados de Medición

Dirección de Carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
9	100,0	101,6	101,4	101,8	101,6	-1,6	0,2
18	200,0	201,0	202,0	200,7	201,2	-0,6	0,1
27	300,0	301,8	303,3	301,5	302,2	-0,7	0,1
36	400,0	403,7	403,1	403,0	403,2	-0,8	0,1
45	500,0	501,7	502,4	501,8	502,0	-0,4	0,1
54	600,0	601,3	601,1	601,1	601,1	-0,2	0,1
63	700,0	699,5	698,9	699,6	699,3	0,1	0,1
72	800,0	799,7	796,7	799,4	798,6	0,2	0,1
81	900,0	898,4	897,3	898,7	898,1	0,2	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCB-206-2015

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : ACS WEIGHT Clase : III

Número de serie : 141250 Tipo : Electrónica

Código UNFV : 143137 Procedencia : China

Capacidad máxima : 30000 g Modelo : ACS30A

División de escala (d) : 1 g

División de verificación (e) : 10 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23,9 °C / 85%

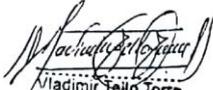
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,8 °C / 86%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 jgo. de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 g a 500g con certificado de calib. N° LM-C-507-2014, 01 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calib. N° LM-C-497-2014, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calib. N° LM-1007-2014, LM-1008-2014, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calib. N° LM-1011-2014 y 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 Kg con certificados de calibración N° LM-1010-2014 y LM-1009-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ LAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCB-206-2015

Página 1 de 3

Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com



CELDA EIRL

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	23,9	23,9		85	85

Medición N°	Carga L1 = 15 Kg			Carga L2 = 30 Kg		
	I (Kg)	ΔL (Kg)	E (Kg)	I (Kg)	ΔL (Kg)	E (Kg)
1	15,000	0,0004	0,0046	30,000	0,0006	0,0044
2	15,000	0,0004	0,0046	30,000	0,0006	0,0044
3	15,001	0,0004	0,0056	30,000	0,0006	0,0044
4	15,001	0,0004	0,0056	30,000	0,0006	0,0044
5	15,000	0,0004	0,0046	30,000	0,0006	0,0044
6	15,001	0,0004	0,0056	30,000	0,0006	0,0044
7	15,001	0,0004	0,0056	30,000	0,0006	0,0044
8	15,000	0,0004	0,0046	30,000	0,0006	0,0044
9	15,000	0,0004	0,0046	30,000	0,0006	0,0044
10	15,001	0,0004	0,0056	30,000	0,0006	0,0044

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

<table border="1"> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td></td></tr> </table>	2	1	3	5	4		Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
2	1	3											
5	4												
		23,8	23,8	86	86								

Posición de carga	carga en cero* (Kg)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (Kg)	ΔL (Kg)	Eo (Kg)	Carga L (Kg)	I (Kg)	ΔL (Kg)	E (Kg)	Ec (Kg)
1	0,100	0,100	0,0003	0,0047	10,000	10,001	0,0004	0,0056	0,0009
2	0,100	0,100	0,0003	0,0047	10,000	10,000	0,0004	0,0046	-0,0001
3	0,100	0,100	0,0003	0,0047	10,000	10,000	0,0004	0,0046	-0,0001
4	0,100	0,100	0,0003	0,0047	10,000	10,001	0,0004	0,0056	0,0009
5	0,100	0,100	0,0003	0,0047	10,000	10,000	0,0004	0,0046	-0,0001

* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	23,8	23,8

H. R. (%)	Inicial	Final
	86	86

Carga L (kg)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,100	0,100	0,0003	0,0047	(*)					
0,200	0,200	0,0003	0,0047	0,0000	0,200	0,0003	0,0047	0,0000	0,010
0,500	0,500	0,0003	0,0047	0,0000	0,500	0,0003	0,0047	0,0000	0,010
1,000	1,000	0,0004	0,0046	-0,0001	1,000	0,0003	0,0047	0,0000	0,010
2,000	2,000	0,0004	0,0046	-0,0001	2,000	0,0004	0,0046	-0,0001	0,010
5,000	5,000	0,0004	0,0046	-0,0001	5,000	0,0004	0,0046	-0,0001	0,010
10,000	10,000	0,0004	0,0046	-0,0001	10,000	0,0004	0,0046	-0,0001	0,020
15,000	15,000	0,0005	0,0045	-0,0002	15,000	0,0005	0,0045	-0,0002	0,020
20,000	20,000	0,0005	0,0045	-0,0002	20,000	0,0005	0,0045	-0,0002	0,020
25,000	25,000	0,0006	0,0044	-0,0003	25,000	0,0006	0,0044	-0,0003	0,030
30,000	30,000	0,0006	0,0044	-0,0003	30,000	0,0006	0,0044	-0,0003	0,030

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,000076\text{Kg} + (0,000031)|I|$
-------------------------------------	---

I = Indicación de la balanza

E = Error de la balanza

Eo = Error en cero

Ec = Error corregido

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-207-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
 Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS **Clase** : III

Número de serie : 7129030317 **Tipo** : Electrónica

Código UNFV : 045053 **Procedencia** : China

Capacidad máxima : 6000 g **Modelo** : SPJ 6001

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 1,0 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no
 automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24,0 °C / 85%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,9 °C / 85%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 jgo. de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 g
 a 500g con certificado de calib. N° LM-C-507-2014, 01 pesas Mettler Toledo
 clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calib. N° LM-C-497-2014, 02 pesas
 Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calib. N° LM-1007-2014,
 LM-1008-2014, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de
 calib. N° LM-1011-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCB-207-2015 Página 1 de 3

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	24,0	24,0		85	85

Medición N°	Carga L1 = 3000 g			Carga L2 = 6000 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
2	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
3	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
4	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
5	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
6	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
7	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
8	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
9	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
10	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44

$$E = l + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
5	4				23,9	23,9		85	85

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,0	1,0	0,03	0,47	2000,0	2000,0	0,05	0,45	-0,02
2	1,0	1,0	0,03	0,47	2000,0	1999,9	0,05	0,35	-0,12
3	1,0	1,0	0,03	0,47	2000,0	2000,0	0,05	0,45	-0,02
4	1,0	1,0	0,03	0,47	2000,0	2000,0	0,05	0,45	-0,02
5	1,0	1,0	0,03	0,47	2000,0	2000,0	0,05	0,45	-0,02

* valor entre 0 y 10e

$$E = l + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	23,9	23,9

H. R. (%)	Inicial	Final
	85	85

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0,03	0,47	(*)					
50,0	50,0	0,03	0,47	0,00	50,0	0,03	0,47	0,00	1,0
100,0	100,0	0,04	0,46	-0,01	100,0	0,04	0,46	-0,01	1,0
500,0	500,0	0,04	0,46	-0,01	500,0	0,04	0,46	-0,01	1,0
1000,0	1000,0	0,04	0,46	-0,01	1000,0	0,04	0,46	-0,01	2,0
1500,0	1500,0	0,05	0,45	-0,02	1500,0	0,05	0,45	-0,02	2,0
2000,0	2000,0	0,05	0,45	-0,02	2000,0	0,05	0,45	-0,02	2,0
3000,0	3000,0	0,05	0,45	-0,02	3000,0	0,05	0,45	-0,02	3,0
4000,0	4000,0	0,05	0,45	-0,02	4000,0	0,05	0,45	-0,02	3,0
5000,0	5000,0	0,06	0,44	-0,03	5000,0	0,06	0,44	-0,03	3,0
6000,0	6000,0	0,06	0,44	-0,03	6000,0	0,06	0,44	-0,03	3,0

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,028g + (0,000013)I$
------------------------------	----------------------------

I = Indicación de la balanza

E = Error de la balanza

Eo = Error en cero

Ec = Error corregido

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-214-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206
 Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS **Clase** : III

Número de serie : 8032521027 **Tipo** : Electrónica

Capacidad máxima : 150 kg **Procedencia** : China

División de escala (d) : 0,01 kg **Modelo** : T21P

División de verificación (e) : 0,1 kg **Código UNFV** : 142997

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición Usando pesas de sustitución.

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24,0 °C / 83%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,9 °C / 86%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 1 juego de pesas Hiweigh clase OIML F1 de 1 mg a 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-378-2014, 2 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-896-2014, 1 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° LM-894-2014 y 2 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 10 Kg con certificados de calibración N° LM-895-2014 y LM-888-2014.
 Pesas Patrones con certificado de calibración LM-C-497-2014, LM-1007-2014, LM-1008-2014, LM-1011-2014, LM-1010-2014 y LM-1009-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-29

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-30	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCB-214-2015

Página 1 de 3

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	24	23,9		83	86

Medición N°	Carga L1 = 75,00 kg			Carga L2 = 150,00 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
2	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
3	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
4	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
5	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
6	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
7	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
8	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
9	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
10	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

<table border="1"> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td>4</td><td></td></tr> </table>	2	1	3	5	4		Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	2	1	3										
5	4												
24,4	24	80	83										

Posición de carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	carga en cero* (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)
1	0,50	0,50	0,004	0,021	50,00	50,00	0,006	0,004	-0,017
2	0,50	0,50	0,004	0,021	50,00	50,01	0,006	0,014	-0,007
3	0,50	0,50	0,004	0,021	50,00	50,01	0,006	0,014	-0,007
4	0,50	0,50	0,004	0,021	50,00	50,00	0,005	0,005	-0,016
5	0,50	0,50	0,004	0,021	50,00	49,99	0,005	-0,005	-0,026

* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	24,4	24,4

H. R. (%)	Inicial	Final
	81	80

Carga L (kg)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,50	0,50	0,004	0,021	(*)					
1,00	1,00	0,005	0,018	-0,003	1,00	0,005	0,018	-0,003	0,1
5,00	5,00	0,005	0,020	-0,001	5,00	0,005	0,020	-0,001	0,1
10,00	10,00	0,005	0,020	-0,001	10,00	0,005	0,020	-0,001	0,1
20,00	20,00	0,006	0,019	-0,002	20,00	0,005	0,020	-0,001	0,1
40,00	40,00	0,006	0,019	-0,002	40,00	0,006	0,019	-0,002	0,1
60,00	60,00	0,006	0,019	-0,002	60,00	0,006	0,019	-0,002	0,2
80,00	80,00	0,007	0,018	-0,003	80,00	0,007	0,018	-0,003	0,2
100,00	100,00	0,007	0,018	-0,003	100,00	0,007	0,018	-0,003	0,2
120,00	120,00	0,007	0,018	-0,003	120,00	0,007	0,018	-0,003	0,2
150,00	150,00	0,008	0,017	-0,004	150,00	0,008	0,017	-0,004	0,2

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,0019kg + (0,000023)I$
-------------------------------------	------------------------------

 I = Indicación de la balanza
 Eo = Error en cero

 E = Error de la balanza
 Ec = Error corregido

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



Resultados de Medición

Dirección de Carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
9	100,0	101,6	101,4	101,8	101,6	-1,6	0,2
18	200,0	201,0	202,0	200,7	201,2	-0,6	0,1
27	300,0	301,8	303,3	301,5	302,2	-0,7	0,1
36	400,0	403,7	403,1	403,0	403,2	-0,8	0,1
45	500,0	501,7	502,4	501,8	502,0	-0,4	0,1
54	600,0	601,3	601,1	601,1	601,1	-0,2	0,1
63	700,0	699,5	698,9	699,6	699,3	0,1	0,1
72	800,0	799,7	796,7	799,4	798,6	0,2	0,1
81	900,0	898,4	897,3	898,7	898,1	0,2	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



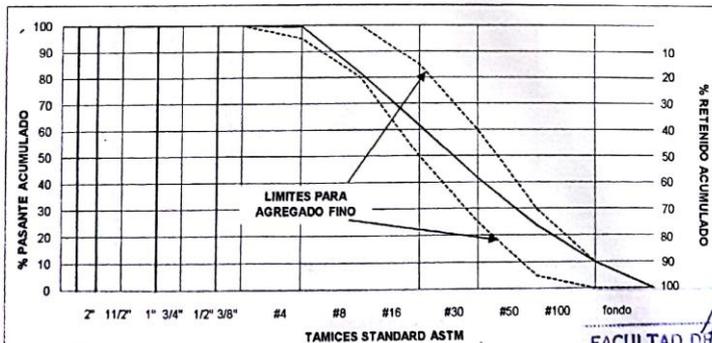
ANEXO 03:
RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA PARA
AGREGADOS GRUESO Y FINO
PESO UNITARIO
PESO ESPECÍFICO



LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C 136 - NTP 400.012						
INFORME N°	: 001 - EXP. 054 - LEM 2018					
SOLICITANTES	: - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI					
PROYECTO	: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018					
MATERIAL	: AGREGADO FINO					
CANTERA	: YERBABUENA-UNICON					
FECHA	: 06/09/2018					
GRANULOMETRÍA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO (gr.)	RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	2,81
3"	-				TAMAÑO MÁXIMO	
2 1/2"	-				(A) peso de tara (gr) :	356,1
2"	-				(B) peso de muestra original húmeda (gr) :	1474,2
1 1/2"	-				(C) peso de muestra seca (gr) :	1459,3
1"	-				% HUMEDAD [B-C] * 100 / [C-A]	1,35
3/4"	-					
1/2"	-				(D) peso de tara (gr) :	356,1
3/8"	-			100,0	(E) peso de muestra seca (gr) :	1459,3
N°4	2,4	0,4	0,4	99,6	(F) peso de muestra después de lavado seca (gr) :	1428,1
N°8	120,9	18,0	18,4	81,6	% PASANTE MALLA N° 200 [E-F] * 100 / [E-D]	2,83
N°16	132,7	19,8	38,2	61,8	OBSERVACIONES	
N°30	135,8	20,2	58,4	41,6		
N°50	118,7	17,7	76,1	23,9		
N°100	93,3	13,9	90,0	10,0		
FONDO	67,1	10,0	100,0	0,0		
TOTAL	670,9	100,0	MODULO FINEZA	2,81		

GRAFICO



FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales

CONDOROS
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar - Lima
Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

PESOS UNITARIOS

NTP 400,017

INFORME N° : 005 - EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITANTES : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
 - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO
 CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA
 PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018
CANTERA : YERBABUENA-UNICON
MATERIAL : AGAREGADO FINO
FECHA : 12/09/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra (kg)	7,115	7,117	7,125
Peso de molde (kg)	2,834	2,834	2,834
Peso de muestra (kg)	4,281	4,283	4,291
Volumen de molde (m ³)	0,0028317	0,0028317	0,0028317
Peso unitario (Kg/m ³)	1512	1513	1515
Contenido de humedad	0,013506164	0,013506164	0,013506164
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1493		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7,994	7,998	7,99
Peso de molde	2,834	2,834	2,834
Peso de muestra	5,16	5,164	5,156
Volumen de molde	0,0028317	0,0028317	0,0028317
Peso unitario (Kg/m ³)	1822	1824	1821
Contenido de humedad	0,013506164	0,013506164	0,013506164
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1798		


 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 Lab de Mecánica de Materiales y Geología
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



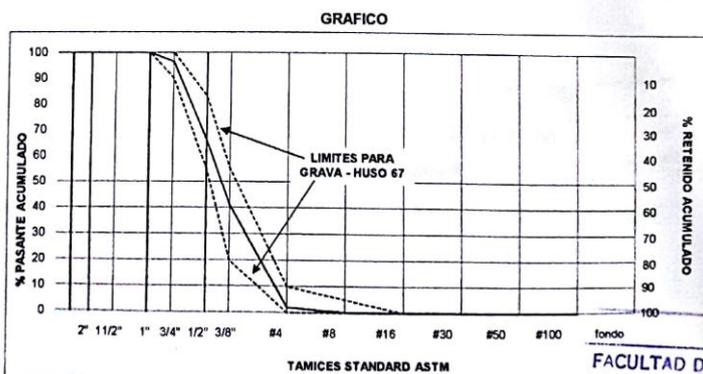
"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM C 136 - NTP 400.012

EXPEDIENTE N° : 002 - EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITANTES : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018
MATERIAL : HUSO 67
CANTERA : YERBABUENA-UNICON
FECHA : 06/09/2018

GRANULOMETRIA					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	TAMAÑO MÁXIMO
3"	-			100,0	(A) peso de tara (g) :	415,5
2 1/2"	-			100,0	(B) peso de muestra original húmeda(g):	2358,7
2"	-			100,0	(C) peso de muestra seca(g) :	2354,6
1 1/2"	-			100,0	% HUMEDAD	0,21
1"	-			100,0	[B-C] * 100 / [C-A]	
3/4"	123,1	3,6	3,6	96,4	(D) peso de tara (g) :	415,5
1/2"	1.040,6	30,4	34,0	66,0	(E) peso de muestra seca (g) :	2354,6
3/8"	857,3	25,0	59,0	41,0	(F) peso de muestra después de lavado seca (g) :	2340,2
# 4	1.337,2	39,0	98,1	1,9	%PASANTE DE M # 200	0,74
# 8	61,2	1,8	99,8	0,2	[E-F] * 100 / [E-D]	
# 16	2,8	0,1			OBSERVACIONES	
#30	-					
#50	-					
#100	-					
FONDO	2,4	0,1	99,9	0,1		
TOTAL (e)	3424,6	100,0	MODULO FINEZA	6,61		



FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACULTAD DE INGENIERIA UNFV
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



PESOS UNITARIOS

INFORME N°: 006 - EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITANTES : PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
 - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO
 CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA
 PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018
CANTERA : YERBABUENA-UNICON
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 12/09/2018

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra (kg)	20,811	20,792	20,818
Peso de molde (kg)	6,226	6,226	6,226
Peso de muestra (kg)	14,585	14,566	14,592
Volumen de molde (m ³)	0,0094389	0,0094389	0,0094389
Peso unitario (Kg/m ³)	1545	1543	1546
Contenido de humedad	0,002114383	0,002114383	0,002114383
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1542		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	21,810	21,767	21,793
Peso de molde	6,226	6,226	6,226
Peso de muestra	15,584	15,541	15,567
Volumen de molde	0,0094389	0,0094389	0,0094389
Peso unitario (Kg/m ³)	1651	1646	1649
Contenido de humedad	0,002114383	0,002114383	0,002114383
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1645		


 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 Lab de Mecánica de Suelos y Cimentación
 COORDINADOR
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 15374



GRAVEDAD ESPECIFICA

INFORME N° : 003 - EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITANTES : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE
VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018
MATERIAL : AGREGADO FINO
CANTERA : YERBABUENA-UNICON
FECHA : 11/09/2018

Peso Especifico Bulk (Base Seca) : 2,751 gr / cm³
Peso Especifico Bulk (Base Saturada) : 2,787 gr / cm³
Peso Especifico Aparente (Base Seca) : 2,855 gr / cm³
ABSORCION : 1,34 %

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.


FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374



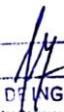
GRAVEDAD ESPECIFICA

INFORME N° : 004 - EXP. 054 - LMS 2016
SOLICITANTES : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE
VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018
MATERIAL : GRAVA - HUSO 67
CANTERA : YERBABUENA-UNICON
FECHA : 11/09/2018

Peso Especifico Bulk (Base Seca)	:	2,783	gr / cm³
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)	:	2,804	gr / cm³
Peso Especifico Aparente (Base Seca)	:	2,843	gr / cm³
ABSORCION	:	0,76	%

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 127.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.


FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Cerámicos
COORDINADOR
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374



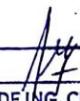
GRAVEDAD ESPECIFICA

INFORME N° : 007 - EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITANTES : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS EN LIMA, 2018
MATERIAL : VIRUTA DE ACERO
FECHA : 12/09/2018

Peso Especifico : 7,103 gr / cm³

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 127.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.


FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 18374

**ANEXO 04: DISEÑO DE MEZCLA PARA
CONCRETO PATRON $F'C > 280 \text{ KG/CM}^2$**



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES
DISEÑO DE MEZCLA

INFORME N° : 008 – EXP. 054 - LEM 2018
 SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
 - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
 PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO
 CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA
 PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018
 FECHA : 24-09-2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento : Sol
 -Tipo I
 -Peso específico 3.12

B.-Agua :
 -Potable, de la zona.

C.-Agregado fino : Cantera: Yerbabuena - Unicon
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm³
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m³
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m³
 -Contenido de humedad 1.35 %
 -Absorción 1.34 %
 -Módulo de fineza 2.81
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %

D.-Agregado grueso : Cantera: Yerbabuena - Unicon
 -Piedra, perfil angular
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"
 -peso unitario suelto 1542 kg/m³
 -peso unitario compactado 1645 kg/m³
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm³
 -absorción 0.76 %
 -contenido de humedad 0.21 %


 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 COORDINADOR.....
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo Institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



continua//

"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES
-Módulo de fineza 6.61
-Pasante Malla N° 200 0.74 %

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 220 lt/m³.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

FACTOR CEMENTO

F.C. : $220 / 0.48 = 458 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento458 kg/m³
agua efectiva220 lt/m³
agregado fino884 kg/m³
agregado grueso.....915 kg/m³

PROPORCION EN PESO

$\frac{458}{458} : \frac{884}{458} : \frac{915}{458}$

1 : 1.93 : 2.00 / 20.4 lts / bolsa

PROPORCION EN VOLUMEN

1 : 1.96 : 1.96 / 20.4 lts / bolsa


FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 18374

ANEXO 05:
DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO
CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO
RECICLADAS DE ½” AL 3%



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES
DISEÑO DE MEZCLA

INFORME N° : 009 – EXP. 054 - LEM 2018

SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL
CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO
RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018

FECHA : 26-09-2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm² y con adición de 3% de viruta de acero de longitud de ½ pulgada, a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento : Sol
-Tipo I
-Peso específico 3.12

B.-Agua :
-Potable, de la zona.

C.-Agregado fino : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon
-Peso específico de masa 2.751 gr / cm³
-Peso unitario suelto 1493 kg/m³
-Peso unitario compactado 1798 kg/m³
-Contenido de humedad 1.35 %
-Absorción 1.34 %
-Módulo de fineza 2.81
-Pasante Malla N° 200 2.83 %

D.-Agregado grueso : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon
-Piedra, perfil angular
-Tamaño Máximo Nominal 3/4"
-peso unitario suelto 1542 kg/m³
-peso unitario compactado 1645 kg/m³
-peso específico de masa 2.783 gr/cm³


FACULTAD DE ING. CIVIL - UN
Laboratorio de Ensayos de Materiales
COORDINADOR
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV
Catedra: Mecánica de Suelos, Concreto y Geología
ING. ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

Continúa//...

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

-absorción	0.76 %
-contenido de humedad	0.21 %
-Módulo de fineza	6.61
-Pasante Malla N° 200	0.74 %

E.- Viruta de acero:	- Peso Unitario	816 kg/m ³
	- Peso Especifico	7.103 gr/cm ³

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 220 lt/m³.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

FACTOR CEMENTO

F.C. : $220 / 0.48 = 458 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento	458 kg/m ³
agua efectiva	220 lt/m ³
agregado fino	878 kg/m ³
agregado grueso.....	909 kg/m ³
viruta acero 3% (1/2).....	14 kg/m ³

PROPORCION EN PESO

$\frac{458}{458} : \frac{878}{458} : \frac{909}{458} : \frac{14}{458}$

1 : 1.92 : 1.98 : 0.0306 / 20.4 lts / bolsa

PROPORCION EN VOLUMEN

1 : 1.94 : 1.95 : 0.0552 / 20.4 lts / bolsa

[Signature]
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Cables
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

ANEXO 06:
DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO
CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO
RECICLADAS DE 1/2” AL 5%



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

INFORME N° : 010 – EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
 - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL
 CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO
 RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018
FECHA : 28-09-2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm² y con adición de 5% de viruta de acero de longitud de ½ pulgada, a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento : Sol
 -Tipo 1
 -Peso específico 3.12

B.-Agua :
 -Potable, de la zona.

C.-Agregado fino : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm³
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m³
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m³
 -Contenido de humedad 1.35 %
 -Absorción 1.34 %
 -Módulo de fineza 2.81
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %

D.-Agregado grueso : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon
 -Piedra, perfil angular
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"
 -peso unitario suelto 1542 kg/m³
 -peso unitario compactado 1645 kg/m³
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm³

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Cadenas
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 13374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

Continúa//...

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

-absorción	0.76 %
-contenido de humedad	0.21 %
-Módulo de fineza	6.61
-Pasante Malla N° 200	0.74 %

E.- Viruta de acero:	- Peso Unitario	816 kg/m ³
	- Peso Especifico	7.103 gr/cm ³

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 220 lt/m³.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

FACTOR CEMENTO

F.C. : $220 / 0.48 = 458 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento	458 kg/m ³
agua efectiva	220 lt/m ³
agregado fino	871 kg/m ³
agregado grueso.....	902 kg/m ³
viruta acero 5% (1/2").....	23 kg/m ³

PROPORCION EN PESO

$$\frac{458}{458} : \frac{871}{458} : \frac{902}{458} : \frac{23}{458}$$

$$1 : 1.90 : 1.97 : 0.0502 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCION EN VOLUMEN

$$1 : 1.93 : 1.94 : 0.092 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$


 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geotécnica
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. Cij N° 18374

ANEXO 07:
DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO
CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO
RECICLADAS DE 1” AL 3%



DISEÑO DE MEZCLA

INFORME N° : 011 – EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
 - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL
 CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO
 RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018
FECHA : 03-10-2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm² y con adición de 3% de viruta de acero de longitud de 1 pulgada, a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento : Sol
 -Tipo I
 -Peso específico 3.12

B.-Agua :
 -Potable, de la zona.

C.-Agregado fino : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm³
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m³
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m³
 -Contenido de humedad 1.35 %
 -Absorción 1.34 %
 -Módulo de fineza 2.81
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %

D.-Agregado grueso : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon
 -Piedra, perfil angular
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"
 -peso unitario suelto 1542 kg/m³
 -peso unitario compactado 1645 kg/m³
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm³

[Handwritten Signature]
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 Dr. Yván Torres de Tumbaco, Contreras y Castellanos
 ANTONIO CRUZ CHUTYES
 INGENIERO CIVIL
 No. CIP N° 18374



Continúa//...

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

-absorción	0.76 %
-contenido de humedad	0.21 %
-Módulo de fineza	6.61
-Pasante Malla N° 200	0.74 %

E.- Viruta de acero:	- Peso Unitario	279 kg/m ³
	- Peso Especifico	7.103 gr/cm ³

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 220 lt/m³.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

FACTOR CEMENTO

$$F.C. : 220 / 0.48 = 458 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento	458 kg/m ³
agua efectiva	220 lt/m ³
agregado fino	875 kg/m ³
agregado grueso	906 kg/m ³
viruta acero 3% (17)	14 kg/m ³

PROPORCION EN PESO

$$\frac{458}{458} : \frac{875}{458} : \frac{906}{458} : \frac{14}{458}$$

$$1 : 1.91 : 1.98 : 0.0306 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCION EN VOLUMEN

$$1 : 1.94 : 1.95 : 0.01617 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

[Handwritten Signature]
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,
Laboratorio de Ensayos de Materiales
 COORDINADO
 Lab de Mecánica de Suelos y Geología
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 18374

ANEXO 08:
DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO
CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO
RECICLADAS DE 1” AL 5%



DISEÑO DE MEZCLA

INFORME N° : 012 – EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
 - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL
 CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO
 RECICLADO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018
FECHA : 05-10-2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm² y con adición de 5% de viruta de acero de longitud de 1 pulgada, a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento : Sol
 -Tipo I
 -Peso específico 3.12

B.-Agua : -Potable, de la zona.

C.-Agregado fino : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm³
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m³
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m³
 -Contenido de humedad 1.35 %
 -Absorción 1.34 %
 -Módulo de fineza 2.81
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %

D.-Agregado grueso : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon
 -Piedra, perfil angular
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"
 -peso unitario suelto 1542 kg/m³
 -peso unitario compactado 1645 kg/m³
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm³


 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 Mecánica de Suelos, Concreto y Cimentación
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 14374



Continúa/...

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

-absorción	0.76 %
-contenido de humedad	0.21 %
-Módulo de fineza	6.61
-Pasante Malla N° 200	0.74 %

E.- Viruta de acero:	- Peso Unitario	279 kg/m ³
	- Peso Especifico	7.103 gr/cm ³

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 220 lt/m³.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

FACTOR CEMENTO

F.C. : $220 / 0.48 = 458 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento	458 kg/m ³
agua efectiva	220 lt/m ³
agregado fino	871 kg/m ³
agregado grueso	902 kg/m ³
viruta acero 5% (1")	23 kg/m ³

PROPORCION EN PESO

$$\frac{458}{458} : \frac{871}{458} : \frac{902}{458} : \frac{23}{458}$$

$$1 : 1.90 : 1.97 : 0.0502 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCION EN VOLUMEN

$$1 : 1.93 : 1.94 : 0.2695 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

COORDINADOR
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUVES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 18374

ANEXO 09:
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 013 – EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITANTES : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
 - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
 ADICIÓN DEVIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
 RÍGIDOS EN LIMA, 2018
LUGAR : LIMA
FECHA : viernes, 12 de octubre de 2018

N°	TESTIGO	SLUMP (pulg.)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA		
01	PATRON	-	14/09/2018	21/09/2018	7	235
02	PATRON	-	14/09/2018	21/09/2018	7	238
03	PATRON	-	14/09/2018	28/09/2018	14	282
04	PATRON	-	14/09/2018	28/09/2018	14	285
05	PATRON	-	14/09/2018	12/10/2018	28	313
06	PATRON	-	14/09/2018	12/10/2018	28	317

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.
OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.


 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 COORDINADOR
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geotecnia
 MANUEL ANTONIO CRUZ CRUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 014 - EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
 - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
 ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
 RÍGIDOS EN LIMA, 2018
LUGAR : LIMA
FECHA : martes, 16 de octubre de 2018

N°	TESTIGO	SLUMP (pulg.)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA		
01	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1/2")	-	18/09/2018	25/09/2018	7	245
02	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1/2")	-	18/09/2018	25/09/2018	7	240
03	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1/2")	-	18/09/2018	02/10/2018	14	294
04	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1/2")	-	18/09/2018	02/10/2018	14	287
05	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1/2")	-	18/09/2018	16/10/2018	28	327
06	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1/2")	-	18/09/2018	16/10/2018	28	319

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.
OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.


 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 COORDINADOR
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 015 – EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
 - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
 ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
 RÍGIDOS EN LIMA, 2018
LUGAR : LIMA
FECHA : jueves, 18 de octubre de 2018

N°	TESTIGO	SLUMP (pulg.)	FECHA		EDAD	FC Kg/cm ²
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA	DIAS	
01	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1/2")	-	20/09/2018	27/09/2018	7	209
02	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1/2")	-	20/09/2018	27/09/2018	7	207
03	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1/2")	-	20/09/2018	04/10/2018	14	251
04	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1/2")	-	20/09/2018	04/10/2018	14	248
05	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1/2")	-	20/09/2018	18/10/2018	28	278
06	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1/2")	-	20/09/2018	18/10/2018	28	275

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.
OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.


 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales.
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geotécnica
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 016 – EXP. 054 - LEM 2018
SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
 - CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
 ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
 RÍGIDOS EN LIMA, 2018
LUGAR : LIMA
FECHA : miércoles, 24 de octubre de 2018

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (pulg.)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²
			MOLDEO	ROTURA		
01	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1")	-	26/09/2018	03/10/2018	7	212
02	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1")	-	26/09/2018	03/10/2018	7	216
03	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1")	-	26/09/2018	10/10/2018	14	255
04	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1")	-	26/09/2018	10/10/2018	14	259
05	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1")	-	26/09/2018	24/10/2018	28	283
06	ADICION VIRUTA DE ACERO 3% (1")	-	26/09/2018	24/10/2018	28	288

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.
OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.


 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Gunitado
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo Institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Ala del Dilego y Reconstrucción Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 017 - EXP 064 - LEM 2018
 SOLICITA : PALOMARES INHURTAO, VERONICA MELAGROS
 - GONZALEZ DE LA PEÑA, ELIZABETH NATSALI
 PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO CON
 ADICION DE VIRUTA DE ACERO RECICLAZO PARA PAVIMENTOS
 RIGIDOS EN LIMA, 2018
 LUGAR : LIMA
 FECHA : martes, 30 de octubre de 2018

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (pulg.)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²
			MOULDEO	ROTURA		
01	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1")	-	28/09/2018	05/10/2018	7	204
02	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1")	-	28/09/2018	05/10/2018	7	202
03	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1")	-	28/09/2018	12/10/2018	14	244
04	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1")	-	28/09/2018	12/10/2018	14	242
05	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1")	-	28/09/2018	26/10/2018	28	271
06	ADICION VIRUTA DE ACERO 5% (1")	-	28/09/2018	26/10/2018	28	269

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.
 OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Cables
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYC
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIR N° 18374

ANEXO 10:
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA
TRACCIÓN INDIRECTA



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS EN LIMA, 2018

FECHA : martes, 13 de noviembre de 2018

INFORME N° : 018 – EXP. 054 - LEM 2018

IDENTIFICACION	PATRON	PATRON	ADICION VIRUTA ACERO 3% (1/2")	ADICION VIRUTA ACERO 3% (1/2")
Fecha de Rotura	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
Diaméto (cm)	15,22	15,22	15,22	15,22
Altura de la muestra (cm)	30,50	30,50	30,50	30,50
Carga (Kg)	36250	36450	37050	37090
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm2)	49,71	49,99	50,81	50,87

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084


FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS EN LIMA, 2018

FECHA : martes, 13 de noviembre de 2018

INFORME N° : 018 – EXP. 054 - LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION VIRUTA ACERO 5% (1/2")	ADICION VIRUTA ACERO 5% (1/2")	ADICION VIRUTA ACERO 3% (1")	ADICION VIRUTA ACERO 3% (1")
Fecha de Rotura	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018	13/11/2018
Diaméto (cm)	15,22	15,22	15,22	15,22
Altura de la muestra (cm)	30,50	30,50	30,50	30,50
Carga (Kg)	33880	33780	34890	34020
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm2)	46,46	46,33	47,05	47,00

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084


FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNFV
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Geotecnia
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYÉS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

SOLICITA : - PALOMARES HUERTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS EN LIMA, 2018

FECHA : martes, 13 de noviembre de 2018

INFORME N° : 018 - EXP. 054 - LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION VIRUTA ACERO 5% (1")	ADICION VIRUTA ACERO 5% (1")	*****	*****
Fecha de Rotura	13/11/2018	13/11/2018	*****	*****
Diaméto (cm)	15,22	15,22	*****	*****
Altura de la muestra (cm)	30,50	30,50	*****	*****
Carga (Kg)	32890	32780	*****	*****
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm2)	45,11	44,95	*****	*****

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084


FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACUCORDIBADON CIVIL - UNFV
Lab de Mecánica de Suelos, Construcción y Materiales
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

ANEXO 11:
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS EN LIMA, 2018

LUGAR : LIMA

FECHA : jueves, 15 de noviembre de 2018

INFORME N° : 019 – EXP. 054 - LEM 2018

IDENTIFICACION	PATRON	PATRON	ADICION VIRUTA ACERO 3% (1/2")	ADICION VIRUTA ACERO 3% (1/2")
Fecha de Rotura	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017
Ancho (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20
Altura de la viga (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20
Luz libre entre apoyos (cm)	46,5	46,5	46,5	46,5
Carga (Kg)	3800	3811	3880	3860
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	50,32	50,46	51,38	51,11

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078


FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
COORDINADOR



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI

PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS EN LIMA, 2018

LUGAR : LIMA

FECHA : jueves, 15 de noviembre de 2018

INFORME N° : 019 – EXP. 054 - LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION VIRUTA ACERO 5% (1/2")	ADICION VIRUTA ACERO 5% (1/2")	ADICION VIRUTA ACERO 3% (1")	ADICION VIRUTA ACERO 3% (1")
Fecha de Rotura	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017	15/11/2017
Ancho (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20
Altura de la viga (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20
Luz libre entre apoyos (cm)	46,5	46,5	46,5	46,5
Carga (Kg)	3540	3550	3850	3820
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	46,87	47,01	50,98	50,58

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078


FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYE
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

SOLICITA : - PALOMARES HURTADO, VERONICA MILAGROS
- CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI
PROYECTO : ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON
ADICIÓN DE VIRUTA DE ACERO RECICLADO PARA PAVIMENTOS
RÍGIDOS EN LIMA, 2018
LUGAR : LIMA
FECHA : jueves, 15 de noviembre de 2018
INFORME N° : 019 – EXP. 054 - LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION VIRUTA ACERO 5% (1")	ADICION VIRUTA ACERO 5% (1")	*****	*****
Fecha de Rotura	15/11/2017	15/11/2017	*****	*****
Ancho (cm)	15,20	15,20	*****	*****
Altura de la viga (cm)	15,20	15,20	*****	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	46,5	46,5	*****	*****
Carga (Kg)	3320	3380	*****	*****
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	43,96	44,75	*****	*****

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078


FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,
Laboratorio de Ensayos de Materiales
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geotecnia
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

ANEXO 12:
PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DEL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Recursos y Presupuesto

(UCOL, 2018) Indicó que en un proyecto de investigación es importante considerar sus recursos financieros para llegar a buen término; En principios es saber con qué recursos se cuenta para determinar lo que se debe adquirir, y en función de ello hacer un presupuesto que permita gestionar las fuentes de financiamiento.

RECURSOS HUMANOS

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS
1	RECURSOS HUMANOS (UCV - MESES)			
	MATRICULA	4	350.00	1,400.00
	ASESOR, INVESTIGADOR, METODOLOGO	20	500.00	10,000.00
	TOTAL			11,400.00

RECURSOS MATERIALES

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS
2	MATERIALES - EQUIPOS - ENSAYOS			
	LAPTOP TOSHIVA CORE I5	1	1,500.00	1,500.00
	CALCULADORA	1	48.00	48.00
	PRESENTACION PRELIMINAR	9	3.80	34.20
	MILLAR DE HOJA	1	21.00	21.00
	INTERNET	10	69.00	690.00
	FLUIDO ELECTRICO	10	70.00	700.00
	ANILLADOS	24	2.00	48.00
	CORRECTOR	1	2.50	2.50
	LAPICERO	5	0.70	3.50
	RESALTADOR	1	1.50	1.50
	USB	1	14.00	14.00
	TRANSPORTE PUBLICO + TRASLADO DE MATERIALES	1	400.00	400.00
	ARENA LAVADA	TON	100.00	50.00
	CEMENTO	5	22.5	112.50
	AGREGADO GRUESO	TON	100.00	65.00
	ENSAYOS			
	Ensayos de resistencia a la compresión de testigos	5	372.00	1,860.00
	Ensayo de rotura por esfuerzo de flexión del concreto	10	25.00	250.00
	Ensayo por esfuerzo a tracción del concreto	10	6.00	60.00
	SUB - TOTAL			5,860.20

PRESUPUESTO

El costo total de nuestro proyecto de investigación asciende a S/. 19,060.20 (diecinueve mil sesenta y veinte centavos), tal como se puede visualizar en el siguiente cuadro.

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>TOTAL</i>
Recursos Humanos	11,400.00
Recursos Materiales	5,860.20
Gastos de Transporte	1,100.00
Viáticos	700.00
TOTAL	19,060.20

a. Financiamiento.

El presente trabajo será auto-financiado por los mismos responsables de investigación.

b. Cronograma de ejecución

(Carrasco Diaz, 2014) Indicó que el cronograma de actividades es la distribución secuencial y racional de las actividades teóricas y metodológicas llevadas a cabo en un tiempo determinado; el cronograma puede detallarse de diversas formas, pero es recomendable utilizar un cuadro de doble entrada que contenga número de orden y nombre de la actividad en las dos primeras columnas y en la tercera el tiempo expresado en meses.

Nuestra investigación será desarrollada en un plazo de 4 meses, lo que equivale a un ciclo académico.

<i>Cronograma</i>	<i>Abril</i>				<i>Mayo</i>				<i>Junio</i>				<i>Julio</i>				<i>Setiembre</i>				<i>Octubre</i>				<i>Noviembre</i>				<i>Diciembre</i>							
<i>Semanas</i>	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración de tesis	■	■	■	■																																
Recopilación de información					■	■	■	■																												
Aprobación del proyecto de tesis									■	■	■	■																								
Preparación de la tesis y primera sustentación													■	■	■	■																				
Análisis de datos																	■	■	■	■																
Recolección de material para laboratorio																	■	■	■	■																
Ensayos de Laboratorio																					■	■	■	■	■	■	■	■								
Aprobación de la tesis																																	■	■	■	■
Sustentación de tesis																																	■	■	■	■

**ANEXO 13: NORMAS APLICADAS PARA
ENSAYOS DE CONCRETO EN ESTADOS
FRESCO Y ENDURECIDO**

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

- Análisis granulométrico por tamizado (400.011, 400.012, 400.037)
- Peso específico y absorción agregado grueso. (NTP. 400.021)
- Peso específico y absorción agregado fino (NTP 400.022)
- Peso unitario Suelto y Varillado (NTP. 400.017)

ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO

- Ensayo de consistencia – Slump (NTP 339.035)
- Temperatura del Concreto (NTP 339.082)
- Peso Unitario (NTP 339.077)
- Determinación del aire atrapado (NTP. 339-083)
- Elaboración y curado de probetas cilíndricas (NTP.339.033)
- Elaboración de Probetas prismáticas (vigas) de concreto (NTP 339.045)

ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO

- Ensayo de resistencia de compresión (NTP 339.034)
- Ensayo de resistencia a la flexión (NTP 339.084)
- Ensayo de resistencia a la tracción indirecta (NTP. 339.054)

ANEXO 14:
PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 01: Indumentaria adecuada para ensayos de laboratorio – Lab. Universidad Nacional Federico Villareal



Foto 02: Selección de agregados grueso y agregado fino



Foto 03: Selección de virutas de acero reciclado de ½” y de 1”



Foto 04: Selección de virutas de acero reciclado de ½” y de 1”



Foto 05: Trabajos de lab. Para análisis de ensayos granulométricos



Foto 06: Trabajos de lab. Tamizado para malla 4 – piedra chancada



Foto 07: Trabajos de lab. Tamizado para malla 4 – piedra chancada



***Foto 08: Lavar material de piedra chancada para luego proceder a ensayo de P.E –
LAVADO POR DECANTACION***

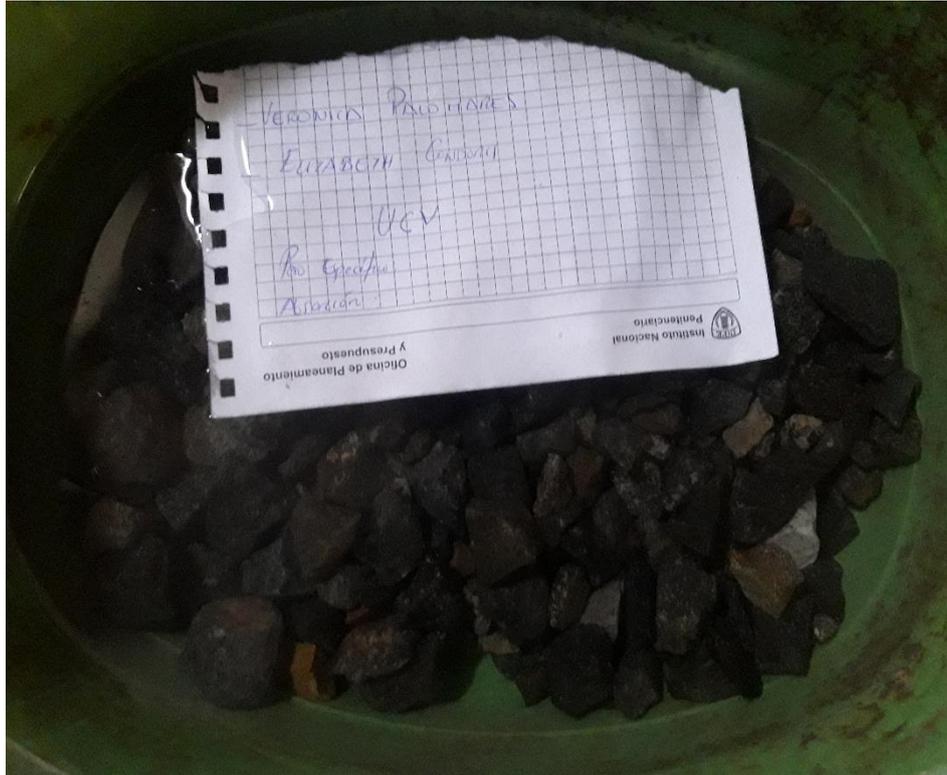


Foto 09: Dejar saturar las piedras en un promedio de 24 horas



Foto 10: Hallando peso específico, peso en volumen – peso en el aire



Foto 11: Hallando peso específico, peso sumergido



Foto 12: Hallando peso específico, peso sumergido



Foto 13: Ensayo peso unitario - agregar sin ejercer fuerza (2 ensayos) - PIEDRA



Foto 14: Ensayo peso unitario - agregar sin ejercer fuerza (2 ensayos) - ARENA



Foto 15: Aplicando método del cuarteto para muestras de p.e , volumétrico y ensayo por humedad



Foto 16: Proceso de curado de los testigos preparados para ensayos mecánicos del concreto



Foto 16: Testigos para ensayo de compresión a 28 días de edad



Foto 17: Testigos para ensayos de resistencia a flexión a 28 días de edad



Foto 18: Identificación del diámetro de la muestra - testigo



Foto 19: Identificación de la altura de la muestra y/o testigo



Foto 20: Ensayo de resistencia a la compresión para testigo con adición de viruta reciclada



Foto 21: Ensayo de resistencia a la compresión para testigo con adición de viruta reciclada



Foto 22: Ensayo de resistencia a la tracción indirecta para testigo con adición de viruta reciclada



Foto 23: Ensayo de resistencia a la tracción indirecta para testigo con adición de viruta reciclada



Foto 24: Testigo destruido luego de someterse a prueba de ensayo de tracción

Anexo 15. Acta de aprobación de originalidad de tesis

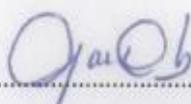
 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez**, docente de la Facultad de **Ingeniería** y Escuela Profesional **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo **Lima Este**, reviso la tesis titulada

"Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018", de la estudiante **Condor de la Peña, Elizabeth Nathali**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **25%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 10 de Diciembre de 2018



.....
Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE
TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, **Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez**, docente de la Facultad de **Ingeniería** y Escuela Profesional **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo **Lima Este**, reviso la tesis titulada

"Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018", de la estudiante **Palomares Hurtado Verónica Milagros**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **25%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

La suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 10 de Diciembre de 2018

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 16. Pantallazo de Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&u=1061528595&lang=es&o=1142454383

feedback studio | ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADAS PARA PAVIMENTO



Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES
Condori de la Peña, Elizabeth Nathali
Palomares Hurtado, Verónica Milagros

ASESOR
Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Resumen de coincidencias ✕

25 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias		
1	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	6 % >
2	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	4 % >
3	repository.ucatolica.ed... <small>Fuente de Internet</small>	1 % >
4	repositorio.unc.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 % >
5	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 % >
6	repositorio.ucv.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	1 % >
7	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 % >

Página: 1 de 212 Número de palabras: 28027 Text-only Report | Turnitin Classic | High Resolution **Activado**

5:54 p.m.
11/06/2019

Anexo 17. Autorización de publicación de tesis.

 <p>UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	<p>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</p> <p>UCV</p>	<p>Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1</p>
---	---	--

Yo **CONDORI DE LA PEÑA, ELIZABETH NATHALI**, identificado con DNI No **46988012**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo, autorizo () , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADAS PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA
 CONDORI DE LA PEÑA,
 ELIZABETH NATHALI
 DNI: 46988012

FECHA: 10 de Diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo **PALOMARES HURTADO VERONICA MILAGROS**, identificado con DNI No **70024076**, egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo, autorizo () . No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADAS PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

FIRMA

PALOMARES HURTADO,
VERONICA MILAGROS
DNI: 70024076

FECHA: 10 de Diciembre del 2018

Elaboró:	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
----------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

CONDORI DE LA PEÑA ELIZABETH NATHALI

INFORME TÍTULADO:

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADAS PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 10 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 17 (Diecisiete)



9.06

ING. GARCÍA ALVAREZ MARÍA YSABEL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

PALOMARES HURTADO, VERÓNICA MILAGROS

INFORME TÍTULADO:

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE VIRUTAS DE ACERO RECICLADAS PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LIMA, 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 10 de Diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 17 (Diecisiete)



9.03

ING. GARCÍA ÁLVAREZ MARÍA YSABEL