



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Análisis del comportamiento mecánico del concreto  $f'_c=280$   
kg/cm<sup>2</sup> aplicando virutas de acero en la ciudad de Juliaca –  
Puno, 2021.**

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

**AUTOR:**

Chambi Paredes, Wilber (ORCID: [0000-0002-7884-3388](https://orcid.org/0000-0002-7884-3388))

Gutiérrez Zapana, Abel (ORCID: [0000-0002-9217-2373](https://orcid.org/0000-0002-9217-2373))

**ASESOR:**

Mg. Requis Carbajal, Luis Villar (ORCID: [0000-0002-3816-7047](https://orcid.org/0000-0002-3816-7047))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

De: Gutiérrez Zapana, Abel

Dedico con todo mi corazón esta tesis a mi madre, pues sin ella no lo habría logrado. Tu bendición a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien.

De: Chambi Paredes, Wilber

Mi tesis la dedico a mi madre por estar siempre apoyándome, dándome consejos, ella es la razón de mi vida todo lo que soy es por ella y que sin su ayuda todo esto sería complicado.

## AGRADECIMIENTO

De: Gutiérrez Zapana, Abel

Agradezco mucho por la ayuda de mis maestros mis compañeros y a la universidad en general por todo lo anterior en conjunto con todos los copiosos conocimientos que me ha otorgado.

De: Chambi Paredes, Wilber

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de seguir avanzando en mi formación profesional, a mi familia por su apoyo constante y desinteresado y a todos los

## INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS .....	III
INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS .....	V
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEORICO .....	8
III. METODOLOGIA.....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	26
3.2. Variable y operacionalización.....	27
3.3. Población, muestra y muestreo .....	28
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5. Procedimientos.....	31
3.6. Método de análisis de datos.....	38
3.7. Aspectos éticos .....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	73
ANEXOS .....	79

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Delimitación del proyecto	7
Tabla 2. Composición de los cementos Portland	19
Tabla 2. Análisis granulométrico del agregado fino	21
Tabla 3. Módulo de fineza de la combinación de agregados	22
Tabla 5. Muestras requeridas para someterlas al ensayo a la compresión	29
Tabla 6. Muestras requeridas para someterlas al ensayo a tracción	29
Tabla 7. Muestras requeridas para someterlas al ensayo a flexion	30
Tabla 8. Caracterización de los agregados	39
Tabla 9. Tamizado de muestra extraída de la cantera Cabanillas	40
Tabla 10. Tamizado de muestra extraída de la cantera Cabanillas	41
Tabla 11. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup>	43
Tabla 12. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de virutas de acero	44
Tabla 13. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de virutas de acero	45
Tabla 14. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> + 8% de virutas de acero	47
Tabla 15. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup>	49
Tabla 16. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> + 2% virutas de acero	50
Tabla 17. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> + 4% virutas de acero	51
Tabla 18. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> + 8% virutas de acero	53
Tabla 19. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup>	55
Tabla 20. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> + 2% virutas de acero	56
Tabla 21. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> + 4% virutas de acero	57
Tabla 22. Muestra patrón 280 kg/cm <sup>2</sup> + 8% virutas de acero	59
Tabla 23. Criterios para seleccionar prueba estadística	61
Tabla 24. Prueba de Normalidad	62
Tabla 25. Prueba de ANOVA	62
Tabla 26. Comparación múltiple de los resultados de resistencia a compresión	63
Tabla 27. Sub conjuntos de Tukey	63
Tabla 28. Prueba de Normalidad	64
Tabla 29. Prueba de ANOVA	64
Tabla 30. Comparación múltiple de los resultados de resistencia a flexion	65
Tabla 31. Sub conjuntos de Tukey	66

Tabla 32. Prueba de Normalidad	66
Tabla 33. Prueba de ANOVA	67
Tabla 30. Comparación múltiple de los resultados de resistencia a flexion	67
Tabla 31. Sub conjuntos de Tukey	68

## INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Viruta de acero.....	16
Figura 2. Origen y Reciclado de materiales de desecho .....	17
Figura 3. Cemento.....	18
Figura 4. Tipos de cemento.....	20
Figura 5. Agregados.....	21
Figura 6. RCA según su origen .....	23
Figura 7. Probeta cilíndrica sometida al ensayo de compresión .....	24
Figura 8. Carga en el punto medio .....	24
Figura 9. Diagrama del ensayo de tracción directa .....	25
Gráfico 1. Curva granulométrica agregado fino.....	40
Gráfico 2. Curva granulométrica agregado grueso.....	42
Gráfico 3. Muestra patrón.....	43
Gráfico 4. Muestra patrón + 2% virutas de acero .....	45
Gráfico 5. Muestra patrón + 4% virutas de acero .....	46
Gráfico 6. Muestra patrón + 8% virutas de acero .....	47
Gráfico 7. Resumen de la resistencia a compresión del concreto.....	48
Gráfico 8. Muestra patrón.....	50
Gráfico 9. Muestra patrón + 2% virutas de acero .....	51
Gráfico 10. Muestra patrón + 4% virutas de acero .....	52
Gráfico 11. Muestra patrón + 8% virutas de acero .....	53
Gráfico 12. Resumen de resistencia a flexion del concreto.....	54
Gráfico 13. Muestra patrón.....	56
Gráfico 14. Muestra patrón + 2% virutas de acero .....	57
Gráfico 15. Muestra patrón + 4% virutas de acero .....	58
Gráfico 16. Muestra patrón + 8% virutas de acero .....	59
Gráfico 17. Resumen de la resistencia a tracción del concreto.....	60

## INDICE DE ABREVIATURAS

%	: Porcentaje
LWC	: Elaboración de concreto ligero
SFRC	: Hormigón armado con fibras de acero
ACI	: American concrete institute
$f'_c$	: Resistencia a la compresión del concreto
kg	: Kilogramos
$\text{cm}^2$	: Centímetros cuadrados
Mpa	: Mega pascales
PSI	: Libra por pulgada cuadrada
INV E	: Instituto nacional de vías
AC	: Acero de carbono
ASTM	: Sociedad estadounidense para pruebas y materiales
$f'_{cr}$	: Resistencia promedio a la compresión del concreto
mm	: Milímetros
Mr	: Modulo de rotura
NTP	: Norma técnica peruana
Pulg	: Pulgadas
RHC	: Cemento de solidificación rápida
QSC	: Cemento de fraguado rápido
LHC	: Cemento de color bajo
SRC	: Cemento de resistente al sulfato
BFSC	: Cemento de escoria de horno
HAC	: Cemento con alto contenido de alúmina
WC	: Cemento blanco
PZC	: Puzolánico cemento
AEC	: Cemento con incorporación de aire
HPC	: Cemento hidrofóbico
PC	: Cemento portland



## RESUMEN

La presente investigación titulada “Análisis del comportamiento mecánico del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  aplicando virutas de acero en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021” se realizó con el propósito de aplicar un nuevo aditamento para mejorar las propiedades mecánicas de un concreto  $f'c=280.00\text{kg/cm}^2$ , enfocado a infraestructuras de concreto armado, usando como material las virutas de acero, las cuales puedan cumplir con los requerimientos mínimos establecidos en el ACI. El método de investigación empleado en la presente tesis es de carácter hipotético deductivo, ya que se establecieron hipótesis para luego contrastarlas, para tal fin primeramente se realizó la caracterización de los agregados fino y grueso para emplearlos dentro del diseño de mezclas donde se denoto que al caracterizar la curva granulometría el árido fino cumple con los indicadores dentro de la curva granulométrica, en tanto dentro del árido grueso se pudo presenciar un exceso de finos dentro de la malla 30%, seguidamente se procedió a generar el diseño de mezclas donde se dispuso una muestra patrón y muestras con incorporación de fibras de acero en cantidades del 2%, 4% y 8%, para ser sometidas a los ensayos de compresión, donde se presenció que la incorporación del 4% de virutas de acero mejora las características de la compresión en un 19.638%, en tanto sobre la resistencia a la flexión la proporción del 8% resulto ser la más influyente mejorando esta característica en un 29.10%, en relación a la resistencia de la tracción se pudo denotar que el porcentaje más influyente resulto ser la del 4% de virutas de acero mejorando esta propiedad en un 10.18%, concluyendo que la aplicación de virutas de acero sobre el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , mejora las características mecánicas significativamente de acorde al % de incorporación, donde la dosificación más influyente resulto ser la del 4% sobre las características de compresión y tracción, en tanto las más influyente sobre las características de la flexión resulto ser la del 8% de virutas de acero.

**Palabras clave:** Comportamiento mecánico, concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$ , VIRUTAS DE ACERO.

## ABSTRACT

The present investigation entitled "Analysis of the mechanical behavior of concrete  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  applying steel shavings in the city of Juliaca - Puno, 2021" was carried out with the purpose of applying a new addition to improve the mechanical properties of a concrete  $f'c = 280.00\text{kg / cm}^2$ , focused on reinforced concrete infrastructures, using steel shavings as material, which can meet the minimum requirements established in the ACI. The research method used in this thesis is hypothetical deductive, since hypotheses were established and then contrasted, for this purpose, the characterization of the fine and coarse aggregates was first carried out to use them within the design of mixtures where it was denoted that at characterize the granulometry curve, the fine aggregate meets the indicators within the granulometric curve, while within the coarse aggregate an excess of fines can be seen within the 30% mesh, then the design of mixtures was generated where a standard sample and samples with incorporation of steel fibers in amounts of 2%, 4% and 8%, to be subjected to compression tests, where it was observed that the incorporation of 4% of steel shavings improves the compression characteristics by 19.638%, while on the flexural strength the proportion of 8% turned out to be the most influential, improving this characteristic by 29.10%, In relation to the tensile strength, it was possible to denote that the most influential percentage turned out to be that of 4% of steel shavings, improving this property by 10.18%, concluding that the application of steel shavings on concrete  $f'c = 280\text{kg / cm}^2$ , improves the mechanical characteristics significantly according to the% of incorporation, where the most influential dosage turned out to be 4% on the compression and traction characteristics, while the most influential on the flexion characteristics turned out to be 8 % of steel shavings.

**Keywords:** Mechanical behavior, concrete  $280 \text{ kg / cm}^2$ , steel shavings.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el avanzar de los años el concreto a nivel mundial ha sufrido considerables cambios, logrando ser un material ampliamente demandado en la construcción conformado por grava, cemento y agua ha tenido innumerables problemas con su resistencia y propiedades mecánicas demostrando fallas como: fisuras, agrietamientos, y rupturas en elementos considerables por eso la comunidad de ingenierías viene dando soluciones para estas problemáticas, ha venido incorporando en el concreto convencional distintos aditivos para mejorar la “adición de refuerzo”, dentro de ellas están las virutas, clasificadas como: fibras metálicas, fibras naturales y fibras poliméricas, aplicándolas para lograr una mejora del desempeño y de la misma forma con sus propiedades. (Condori de la Peña y Palomares Hurtado, 2018, p. 1)

En el país de Colombia el conocimiento y la aplicación de las fibras se han empleado con el objetivo de mejorar la resistencia de materiales de baja resistencia, creando nuevas ideas para lograr una mejora sustancial de la calidad del material, en donde se aplica la implementación de fibras, que se dispersaran en el concreto, para hacer una mejora en las características del hormigón. (Silva Tipantasig, 2014, p. 1)

En la actualidad, el desarrollo socioeconómico y auge del país peruano logran nuevas iniciativas en la ingeniería, en el tema de la infraestructura como construcción de edificaciones, obras viales y otros, esto se ha vuelto más evidente y necesario, por ello es fundamental considerar la mezcla del concreto. Con el avanzar del tiempo, se denota una producción notable en la evolución en pruebas de diseño de mezcla, para lograr una mejora en las características de la mezcla. (Sarta Forero y Silva Rodríguez, 2017, p. 1)

Desde una visualización económica de la región Puno, Perú, las construcciones tienen una variación en su vida útil, estas mismas que son elaboradas con concreto se encuentran limitadas por el deterioro de los materiales que se emplean en su elaboración, debido a los factores climáticos devastadores. Durante la vida útil que se proyecta, las condiciones físicas y químicas producen que los materiales este

altamente expuestos. La alteración ocasionada por la inclusión de sustancias disueltas y primordialmente del agua, el material elaborado de concreto se verá expuesto a las condiciones en la que se encuentre dependiendo plenamente de su capacidad de resistencia. (Gotuzzo, 2018, p. 1)

Otra aplicación del refuerzo de fibra es para la reducción en la contracción y del fisuramiento por construcción de concreto asociado con el endurecimiento y curado. Grietas plásticas por contracción ocurren en concreto fresco sin endurecer cuando la tasa de evaporación que se encuentra en la superficie del concreto mucho mayor que la tasa de producida por la percolación del agua en las superficies. El volumen del hormigón fresco. disminuye cuando hay una pérdida neta de agua, que es mayor en la superficie. Este gradiente de contracción obliga a que aparezcan grietas en la superficie. Porque la fuerza y rigidez de la reciente mezcla de hormigón es altamente baja, donde solo se requiere la aplicación de pequeñas fibras para reducir eficazmente la contracción plástica. Fracciones de bajo volumen de fibras sintéticas, por ejemplo, 0,1% de fibras de polipropileno, que son utilizadas usualmente para reducir los agrietamientos producidos por la contracción plástica del hormigón. (Youjiang, 2000, p. 314)

Se han investigado muchos métodos y técnicas para el antihielo y deshielo de pavimentos como la nieve y el hielo que se adhieren en las carreteras causando inmensurables pérdidas de vidas humanas, infraestructura y retrasos en la transitabilidad. La técnica de remoción mecánica de nieve es la más utilizada, pero es una técnica intensiva, cara y trabajo que consume mucho tiempo. Además, no toda la nieve se limpia completamente del camino de entrada quitanieves, dejando una pequeña capa para eliminar. Algunos de los métodos para remover el hielo en la actualidad, es tomar en consideración el uso de químicos. El utilizar estos productos son muy dañinos tanto las estructuras reforzadas elaboradas de concreto y acero, como: Viaductos, túneles, pistas de aterrizaje en aeropuertos, así como al impacto del ambiental. Muchos investigadores han analizado la viabilidad de emplear conductores multifuncionales de hormigón, con diferentes adiciones, para descongelar pavimentos. A fines de la década de 1990, materiales residuales metalíferos como son: la viruta de acero, fibras de carbono y productos de grafito se han añadido al hormigón como conductor para lograr una mejoría considerable

en la conductividad eléctrica. Algunos inconvenientes de utilizar virutas de acero en la mezcla, por consiguiente, utilizaron productos de carbono para el reemplazo de las virutas de acero en el diseño de mezcla de hormigón conductor. (Galao et al., 2016, p. 2)

La corrosión del esfuerzo crea una serie de problemas considerables en el hormigón armado, porque las moléculas disueltas de agua siempre encuentran conductos por donde trasladarse y eso ataca el esfuerzo del hormigón, desgastándolo, y en especial de aquellas estructuras que se encuentran en el medio costero. Tratando de dar lugar a la corrosión temprana, se produce una clase de recubrimientos para evitar la corrosión temprana, se recubren refuerzos. Se sabe que el revestimiento reduce la fuerza de unión. Por tanto, es necesario continuar con las investigaciones sobre posibles formas de encontrar métodos eficientes y efectivos para mejorar la fuerza de unión de las barras revestidas y otros materiales que se sabe que tienen una fuerza de unión reducida. El efecto de una mayor cobertura en la eficiencia de unión de las barras de refuerzo, que están revestidas con 30 vigas de tamaño completo de longitud variable y dimensiones de sección con viga empalmada traslapada en región de momento constante. En las pruebas se utilizaron, el último para determinar la tensión creada en las varillas de acero. La eficiencia de los bonos fue estudiada para el parámetro bajo investigación. Se demostró que al hacer una mayor cobertura de hormigón da como resultado un aumento significativo en la adherencia de las barras de refuerzo revestidas, pero a su vez nos da un resultado contrario a la proporcionalidad de cobertura complementaria del grosor. (Osifala, Salau y Obiyomi, 2017, p. 3)

El concreto autocompactante que este añadido de fibras de acero en su composición, cuando está endurecido tiene propiedades mecánicas de similitud con respecto al hormigón convencional. Antes de la década de 1970, se utilizaba en Europa ya que necesitaban menos vibración; SCC, sin embargo, al final de la década del 1980 fue en donde se desarrolló. Las ideas iniciales de SCC fueron generadas en Japón, aunque Suecia fue el primer europeo país que construyó estructuras de transporte con SCC en la década de 1990. El hormigón llano es relativamente frágil, por lo que es imprescindible la utilización de materiales reforzando que puedan dar solución a esta problemática. La aplicación del uso de

fibras, añadidos al hormigón disminuye considerablemente la fragilidad del hormigón, y bajo diversas cargas, especialmente las cargas que ejercen compresión, tracción y explosión de cargas, donde el hormigón reforzado con la adición de fibra tendrá un comportamiento dúctil. Por puente entre los lados de las grietas, las fibras tienden a preservar la integración del hormigón hasta una alta deformación y, por lo tanto, evitan Fracaso frágil. En la actual coyuntura, el hormigón reforzado con fibra, se dispone en varias áreas incluyendo pavimentos de carreteras, aceras, puentes, revestimiento de segmentos de túneles y losas. (Khaloo et al., 2014, p. 180)

La principal elaboración de concreto ligero (LWC) es conseguir materiales que den como resultado un excelente aislante térmico. Sin embargo, debido a la ligereza del material hay numerosas ventajas de la LWC, como una menor carga muerta consecuentemente secciones transversales más pequeñas y mejor durabilidad. Para aplicaciones estructurales de LWC, especialmente en ciertas aplicaciones como cubiertas de puentes, garajes de parqueo, túneles de gran envergadura, etc., y el peso propio de estructuras componentes se convierte en un tema importante. En estas aplicaciones, el peso propio de los componentes estructurales representa la mayoría de la carga total. Al reducir el peso propio, se podrían lograr ahorros considerables, no solo en materiales también se le incluye los costos de elaboración. LWC también es conocida por su durabilidad superior a largo plazo. Por tanto, la aplicación del LWC está en un crecimiento rápido. La empleabilidad de hormigón armado en conjunto a fibras de acero (SFRC), ha ido de aumento ascendente durante estas dos décadas pasadas. Considerablemente ha ido en aumento el avance en los de la SFRC. Las áreas de utilización actuales de SFRC incluyen autopistas y pavimentos de aeródromos, estructuras hidráulicas, revestimientos de túneles y más. El Comité 544 de ACI señaló que la SFRC es potencial para una gran diversidad de aplicaciones y en especial, el campo de los elementos estructurales. (Düzgün, Gül y Aydin, 2005, p. 3357)

**Problema general:**

¿Cuál es la influencia en el comportamiento mecánico del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  con la aplicación de virutas de acero en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021?

### **Problemas específicos:**

¿Cuánto aporta la aplicación de virutas de acero al concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  en la resistencia a la flexión en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021?

¿Cómo contribuye la aplicación de virutas de acero al concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  en la resistencia a la compresión en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021?

¿Cuánto aporta la aplicación de virutas de acero al concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  en la resistencia a la tracción en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021?

### **Justificación técnica**

Este proyecto de investigación tiene como propósito el estudio del comportamiento mecánico del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  adicionándole virutas de acero, mediante la aplicación de ensayos de flexión, tracción y compresión. Esto tiene por finalidad el aportar soluciones de la aplicación de los desperdicios producidos de virutas en su mayoría terminan en botaderos de chatarras.

### **Justificación en el ámbito de la investigación**

En el presente estudio se elaborará y diseñara mezclas de concreto con diferentes proporciones de viruta de acero, en la cual se podrá estudiar el comportamiento mecánico del hormigón  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  el cual brindara un aporte considerable en investigaciones posteriores que serán elaboradas por estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Civil, de la misma manera para los estudiantes de diferentes escuelas de la Universidad Cesar Vallejo.

### **Justificación social**

El presente proyecto de investigación proporcionara un aporte a uno de los problemas que constantemente tenemos en la región de Puno, con afinidad al comportamiento mecánico del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ . Contribuye positivamente a toda la comunidad ingenieril interesada de aprovechar y utilizar este componente para el concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ . Esto tiene por finalidad el brindar apoyo a muchas familias de la región que en la actualidad no poseen una vivienda con condiciones seguras y accesibles para sus construcciones.

### **Justificación económica**

En nuestro país el agregar fibras de acero al concreto para una mejor resistencia resulta ser un poco más costoso, por las empresas dedicadas a su elaboración. Es por ello que esta investigación propone utilizar las virutas de acero recicladas para reducir el costo de su elaboración, a la misma vez otorgar una mayor resistencia a un costo más reducido y de esa manera hacerlo más accesible para la población.

### **Justificación ambiental**

En esta investigación acerca del análisis de comportamiento mecánico del concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ . Tiene por finalidad añadir virutas de acero, donde estas se recolectarán de forma masiva de los aceros reciclados, de las chatarrerías. La contaminación ambiental tiene un origen de innumerables. Por lo que la humanidad está buscando constantemente soluciones para esta. Una de ellas es reutilizar los aceros desechados. Para obtener un concreto reforzado.

### **Objetivo general**

Analizar el comportamiento mecánico del concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  aplicando virutas de acero en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.

### **Objetivos específicos**

Determinar el aporte de la aplicación de virutas de acero al concreto  $f'c=280 \text{ kg}$  en la resistencia a la flexión en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.

Calcular cuánto contribuye la aplicación de virutas de acero al concreto  $f'c=280 \text{ kg}$  en la resistencia a la compresión en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.

Analizar el aporte de la aplicación de virutas de acero al concreto  $f'c=280 \text{ kg}$  en la resistencia a la tracción en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.



## **Delimitación**

### **Delimitación temporal**

El proceso de investigación que se realizó, demandó aproximadamente un periodo total de 04 meses (de mayo a agosto) en el año 2021, donde se realizó un trabajo exclusivo de recolección de muestras, ensayos de laboratorio y procedimientos en gabinete en la que se generó el problema y finalmente se ejecutó el análisis de resultados recaudados acerca de la resistencia del concreto con la incorporación de virutas de acero.

### **Delimitación espacial**

El lugar de la investigación se puede apreciar en la tabla 1, sin embargo, para la toma de muestras se empleó sectores comunales de los suburbios de la ciudad de Juliaca.

**Tabla 1.** *Delimitación del proyecto*

<b>Región</b>	Puno
<b>Provincia</b>	San Román
<b>Distrito</b>	Juliaca

Fuente. Elaboración propia

## II. MARCO TEORICO

A fin de conocer mejor el tema de investigación se tomó en cuenta las investigaciones en ámbitos:

### **Internacionales**

(Rodriguez, 2010), en su investigación de pregrado denominado “Análisis del comportamiento mecánico de adoquines bicapa de concreto con adición de cenizas volantes y viruta de acero como refuerzo”, realizado para la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña – Colombia, tiene por objetivo analizar la resistencia de adoquines bicapa de concreto con adición de cenizas volantes como aditivo y viruta de acero como refuerzo, sometidos a ensayos de flexo-tracción para identificar si su módulo de rotura es mayor en relación a los adoquines monocapa gris. El método de investigación aplicado en la tesis mencionada es de carácter experimental. Los resultados que se obtuvieron del comportamiento mecánico realizado de los ensayos de flexo-tracción en el módulo de rotura a los 7 días de elaboración, donde se observa el promedio de los resultados adquiridos de la resistencia del adoquín Monocapa Gris y el Bicapa es de 1,88 MPa, en cambio en adoquín Monocapa tiene una resistencia de 2,41 MPa el cual puede deberse por una resistencia inicial de la ceniza volante. En el módulo de rotura realizado a 14 días de elaboración, se observa que el resultado de resistencia del adoquín Monocapa Gris es de 2,12 MPa, el adoquín Bicapa es de 3,07 MPa, por otro lado, el adoquín Monocapa tiene una resistencia de 2,99 MPa siendo el resultado mayor. A los 28 días de elaboración el módulo de rotura, se denota que el resultado de resistencia del adoquín Monocapa Gris es de 3,25 MPa, el adoquín Bicapa es de 3,23 MPa y el adoquín Monocapa tiene una resistencia de 3,93 MPa. Por último, en el módulo de rotura a los 45 días de elaboración, se denota que el resultado de resistencia del adoquín Monocapa Gris es de 3,30 MPa, a su vez el adoquín Bicapa es de 4,13 MPa y el adoquín Monocapa tiene una resistencia de 4,21MPa. Concluyendo que en los diferentes adoquines al adicionar viruta de acero y ceniza volante se obtuvo un comportamiento uniforme en el incremento de la resistencia con el transcurso de los días, además se observó que el adoquín monocapa tiene una resistencia más alta.

(Díaz y Peñaranda, 2020), en su investigación de pregrado denominado “Influencia de la viruta de acero al carbono en las propiedades mecánicas del concreto de 3000 PSI al incorporarlo como adición”, realizado para la Universidad de Cartagena – Colombia, tiene por objetivo evaluar la efectividad de la viruta de acero al Carbono; producto de la fabricación de Roscas y torneado, como adición en la elaboración de concreto estructural de 3000 Psi en sus propiedades mecánicas; Resistencia a la compresión, a la flexión, Modulo de Elasticidad y peso específico, a través de ensayos de compresión simple en cilindros de concreto, ensayos de flexión del concreto por el método de la viga simple cargada en el punto central. El método de investigación aplicando en la tesis mencionada es de carácter experimental – aplicado. Los resultados que se alcanzados en el ensayo de compresión a los 14 días con un 0% de inclusión de viruta fue de 2478.95 PSI, con un 8% de inclusión de viruta fue de 2555.52 PSI, con un 10% de inclusión de viruta fue de 3071.87 PSI y con un 12% de inclusión de viruta fue de 2756.93 PSI, por otro lado a los 28 días con un 0% de inclusión de viruta fue de 3086.49 PSI, con un 8% de inclusión de viruta fue de 3164.95 PSI, con un 10% de adición de viruta fue de 3406.03 PSI y con un 12% de inclusión de viruta fue de 3213.49 PSI. En caso de los resultados de resistencia que se obtuvieron en la flexión del concreto, se elaboraron viguetas 12 UND como lo establece INV E-415-07 donde se pudo obtener los resultados en la edad de 28 días, con un 0% de inclusión de viruta el módulo de rotura fue de 445.67 PSI, con un 8% de inclusión de viruta el módulo de rotura fue de 534.80 PSI, con un 10% de inclusión de viruta el módulo de rotura fue 568.67 PSI y con un 12% de inclusión de viruta el módulo de rotura fue de 527.38 PSI. Concluyendo con una adición del 8% de viruta AC, se obtuvo un 85% en la resistencia en relación a los 3000 Psi, y un aumento sobre los 3 puntos superior a la muestra patrón. Además, se pudo notar que el valor que mayor resultado obtuvo fue la incorporación de 10% de virutas de acero, como también se pudo definir que su resistencia alcanzada logro superar los resultados esperados a la edad de los 28 días, con el valor de 102 aumentando 23.93% con respecto a la muestra patrón.

(Sandoval, 2017), en su investigación de pregrado denominado “Análisis comparativo de la resistencia a tracción y compresión del hormigón adicionando virutas de acero comercial fundido y el hormigón con fibras de acero comerciales”, realizado para la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, tiene por objetivo

analizar la resistencia del hormigón con la inclusión de virutas de acero comercial fundido y fibras de acero comercial en el laboratorio. El método de investigación aplicado en la tesis mencionada es de carácter experimental – aplicado. Los resultados obtenidos mediante el ensayo a compresión el concreto con la incorporación de virutas de acero comercial fundido a la edad de 7 días para una adición de 1.00 % fue en promedio 169.16 kg/cm<sup>2</sup>, para una incorporación de 1.25 % fue en promedio 163.03 kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50 % fue en promedio 160.58 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días para una adición de 1.00 % fue en promedio 204.91 kg/cm<sup>2</sup>, para una adición de 1.25 % fue en promedio 280.63 kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50% fue en un promedio de 202.65 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días con una incorporación de 1.00% fue en promedio 245.44 kg/cm<sup>2</sup>, con una adición de 1.25% fue en promedio 281.20 Kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50% fue en promedio 276.39 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados que se obtuvieron del ensayo a compresión del hormigón añadiendo fibras de acero comercial fundido a la edad de 7 días para una adición de 1.00 % fue en promedio 161.12 kg/cm<sup>2</sup>, para una adición de 1.25% fue en promedio 158.42 kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50 % fue en promedio 179.38 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días para una adición de 1.00 % fue en promedio 200.18 kg/cm<sup>2</sup>, para una adición de 1.25% fue en promedio 193.67 kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50% fue en promedio 205.32 Kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de 28 días para una incorporación de 1.00% fue en promedio 243.51 kg/cm<sup>2</sup>, para una adición de 1.25% fue en promedio 250.64 kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50% fue en promedio 258.56 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados encontrados por el ensayo a compresión del hormigón normal a la edad de 7 días en promedio fue 175.37 kg/cm<sup>2</sup>, a la edad de 14 días en promedio fue 176.10 kg/cm<sup>2</sup> y la edad de 28 días en promedio fue 243.03 Kg/cm<sup>2</sup>, los resultados hallados por el ensayo a tracción del hormigón incorporando virutas de acero comercial fundido a la edad de 7 días para una incorporación de 1.00% fue en promedio 23.22 kg/cm<sup>2</sup>, para una incorporación de 1.25% fue en promedio 21.49 kg/cm<sup>2</sup> y para una aplicación de 1.50 % fue en promedio 22.69 kg/cm<sup>2</sup>, a la edad de 14 días para una adición de 1.00% fue en promedio 23.23 kg/cm<sup>2</sup>, para una adición de 1.25% fue en promedio 25.12 kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50 % fue en promedio 22.87 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días para una adición de 1.00% fue de un promedio 27.06 kg/cm<sup>2</sup>, para una adición de 1.25% fue en promedio 28.61 kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50% fue en promedio 30.68 kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados que se lograron del ensayo a tracción del hormigón añadiendo fibras de acero comercial fundido a los 7 días para una adición de 1.00% fue de un promedio 22.03 kg/cm<sup>2</sup>, para una adición de 1.25% fue en promedio 20.90 kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50% fue en promedio 21.69 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días para una adición de 1.00% fue en promedio 23.52 kg/cm<sup>2</sup>, para una adición de 1.25% fue de un promedio 22.54 Kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50% fue en promedio 21.97 kg/cm<sup>2</sup> y en los 28 días para una adición de 1.00% fue en promedio 27.81 kg/cm<sup>2</sup>, para una adición de 1.25% fue de un promedio 26.27 kg/cm<sup>2</sup> y para una adición de 1.50 % fue en promedio 28.96 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados que se obtuvieron a partir del ensayo a tracción del hormigón convencional a los 7 días en promedio fue 27.12 Kg/cm<sup>2</sup>, en los 14 días en promedio fue 24.73 kg/cm<sup>2</sup> y en los 28 días en promedio fue 27.58 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que la porción adicionada de viruta, aumento la resistencia y disminuye la trabajabilidad por su incorporación en la mezcla, se demostró que el adicionar las virutas y fibras de acero incrementan considerablemente las propiedades mecánicas del concreto tradicional, por ello esto es viable estructuralmente y aporta con la reducción de desechos de acero.

(Garcia, 2008), en su investigación de pregrado) denominado “Mejoramiento del concreto con adición de viruta de acero a porcentajes de 12 y 14 %respecto al agregado fino de la mezcla”, realizado para la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga – Colombia, tiene por objetivo observar el comportamiento del concreto adicionando viruta reemplazando parte del agregado fino, en un 12 y 14%. El método de investigación aplicado en la tesis mencionada es de carácter experimental – aplicado. Los resultados del valor promedio de esfuerzos del concreto estándar a los 3 días fueron de 16.62 MPa, en los 7 días se obtuvo 16.75 MPa y a los 28 días se obtuvo 22.33 MPa, en caso del concreto con incorporación de un 12% de viruta a la edad de 3 días se fue de 19.66 MPa, en los 7 días se obtuvo 19.56 MPa y a los 28 días se obtuvo 26.48 MPa y en el caso del concreto con incorporación de un 14% de viruta a la edad de 3 días se fue de 15.68 MPa, en la edad de 7 días se obtuvo 15.35 MPa y a los 28 días se obtuvo 18.93 MPa. Concluyendo que una mezcla de concreto con adiciones de 12% y 14% respecto al agregado fino no es óptimo, porque se demostró en la investigación que el porcentaje más óptimo resulto el de 6 % y el 10% en todas las edades del concreto.

(Briones Ponce et al., 2020), en su artículo científico denominado “Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino”, elaborado para la Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología – Ecuador, tiene como objetivo Influencia de la viruta de acero como agregado fino dentro de la prestación mecánica del hormigón. El método de investigación empleado en el artículo mencionado es de carácter cuantitativo y explicativo. Los resultados demostraron que se realizaron sustituciones de viruta de acero porcentualmente, en el hormigón en un 0%, 5%, 10% y 15% en el ensayo de resistividad superficial, en los 28 días en la sustitución del 0% se obtuvo 12.53 KΩ.cm, en la sustitución del 5% se obtuvo 11.40 KΩ.cm, en la sustitución del 10% se obtuvo 11.13 KΩ.cm y en el de 15% de sustitución un 10.70 KΩ.cm. Por otro lado, los resultados en promedio obtenido por el ensayo de resistencia a la compresión de la edad de 28 días en un 0% de sustitución es de 369.02 Kg/cm<sup>2</sup>, de la sustitución de 5% es de 311.60 Kg/cm<sup>2</sup>, de la sustitución de 10% es de 306.21 Kg/cm<sup>2</sup> y de la sustitución de 15% es de 297 Kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente concluyendo que a través del ensayo de resistencia eléctrica superficial se puede observar que el control del hormigón y los hormigones de sustitución se encuentran en los parámetros establecidos como moderado de acuerdo a la tabla de ASTM C1202 por otro lado mediante el ensayo de resistencia a compresión los hormigones con sustitución de virutas como agregado fino demostró una disminución de hasta un 19%, pero sus resultados de resistencia disminuyeron en un 2% de cada 5% de incorporación de virutas que se reemplazó al concreto, por lo cual se concluye que se requiere emplear más investigaciones con respecto al porcentaje de sustitución para poder estimar el porcentaje óptimo.

### **Nacionales**

(Condori y Palomares, 2018), en su investigación de pregrado, con el título de “Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero reciclado para pavimentos rígidos en Lima, 2018”, realizado para la Universidad Cesar Vallejo – Lima, 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. El método de investigación efectuado es de carácter experimental – aplicativo – cuantitativo. Los resultados según el método ACI, demostraron que a la edad de 28 días la muestra patrón obtuvo el promedio de 315 kg/cm<sup>2</sup>. De igual forma los resultados obtenidos demostraron que de acuerdo a la resistencia a compresión a la edad de 28 días con incorporación de virutas de acero reciclado con el diámetro de ½” con las adiciones de 3% y 5%, logrando llegar a la resistencia de 323 kg/cm<sup>2</sup>, con la primera incorporación de 3% llegó a obtener una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente la incorporación del 5% logró obtener una resistencia de 276.5 kg/cm<sup>2</sup>, donde no pudo llegar al límite definido por el valor de 280 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que diseño para mediano y alto tránsito, con un  $f'c > 280$  kg/cm<sup>2</sup>, considerando un límite entre  $f'c$  y  $f'cr$  [280 kg/cm<sup>2</sup> – 360 kg/cm<sup>2</sup>], demostrando que la resistencia a la compresión a la edad de 28 días (resultado 100%), obteniendo 315 kg/cm<sup>2</sup>. En sus 4 diseños de mezcla (viruta de ½” al 3%, ½” al 5%, 1” al 3% y 1” al 5%). consiguiendo que el diseño más efectivo es al que se agregó viruta de ½” al 3% debido a que se obtuvo una compresión de 327 kg/cm<sup>2</sup> y 319 kg/cm<sup>2</sup>; por consecuencia si incrementa su resistencia.

(Guzmán y Garate, 2019). En su investigación de pregrado denominado “Viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto”, realizado en la Universidad Cesar Vallejo – Trujillo. Este proyecto de investigación tiene como objetivo medir la resistencia a la flexión, compresión y tracción. Aplicando las virutas de acero añadiendo 4 diseños: 0.2%, 0.4% y 0.6%. para distintos diseños de concreto ( $f'c$  175, 280, kg/cm<sup>2</sup>). El método de investigación utilizada en la tesis mencionada es de carácter experimental – cuantitativo. Obteniendo resultados de acuerdo al ACI 211, a través del ensayo de resistencia a compresión el concreto a la edad de 28 días,  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> sin añadir viruta de acero es de 178.41, añadiendo viruta de acero reciclado respecto a su valor agregado es: 0.2% alcanza un 204 kg/cm<sup>2</sup>, con 0.4% alcanza 212.74 kg/cm<sup>2</sup>, con 0.6% alcanza un 140.38 kg/cm<sup>2</sup>. Con el diseño  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> sin añadir viruta de acero es de 211.64, añadiendo viruta de acero reciclado respecto a su valor agregado es: 0.2% alcanza un 247.63 kg/cm<sup>2</sup>, con 0.4% alcanza 257.82 kg/cm<sup>2</sup>, con 0.6% alcanza un 175.49 kg/cm<sup>2</sup>. De acuerdo a la resistencia a flexión para el diseño de 175 kg/cm<sup>2</sup>: 0.2% = 0.998, 0.4% = 0.996, 0.6%=0.513. y para el diseño 280 kg/cm<sup>2</sup>: 0.2%=0.976,

0.4%=0.048, 0.6%=0.108. concluyendo que la viruta de 35 mm de longitud y 2mm de espesor es ideal en el agregado de ½". Para el diseño de mezcla  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días se obtuvo  $f'c=179.65 \text{ kg/cm}^2$  con un módulo de resiliencia de 35.66 y para el diseño de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días se obtuvo  $f'c=216 \text{ kg/cm}^2$  y un módulo de resiliencia de 43.52.

(Espinoza, 2018), en su investigación de pregrado nombrado "Resistencia de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica", realizado en la Universidad de San Pedro – Cajamarca. Este proyecto tiene como objetivo determinar la resistencia del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  con una sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica, Este método de investigación utilizada en la tesis mencionada es de carácter experimental – aplicativo – cuantitativa. los resultados sustituyendo 10% de viruta de acero en lugar de agregado se obtuvo un módulo de fineza de 2.64 con la aplicación de 10% de viruta metálica + 90% de agregado fino. Donde el concreto patrón llego a obtener una resistencia de 101.98% promedio dentro de los 28 días, con una resistencia a compresión de 103.49%. resistencia del hormigón de agregados fino sustituido por virutas a los 28 días tiene un patrón de 214.16 y al 10% tiene 225.94. Llegando a la conclusión las muestras estudiadas con la incorporación de 10% de viruta metálica donde superaron a la resistencia de la muestra patrón, respectivamente la misma se encuentra en 5.68%, 8.63% y 5.62% muy superior a la de la muestra patrón de 7, 14 y 28 días.

(Alor y Alfaro, 2021), en su investigación de pregrado, titulado "Mejoramiento a la compresión, flexión y tracción del concreto con agregado grueso reciclado, fino natural y virutas de acero para el uso de viviendas en Lima – Metropolitana", realizado en la Universidad de Ciencias Aplicadas - Lima. Tiene por objetivo demostrar que el concreto con agregado grueso reciclado y añadiendo el porcentaje adecuado de virutas de acero, aportara en la mejora de sus resistencias mecánicas a comparación del grupo que no contiene virutas de acero. El método de investigación de carácter experimental – aplicativo – cuantitativo. Teniendo como resultados para la primera mezcla de 8% de virutas, a la edad de 28 días obtuvo una resistencia a compresión con 33.58 Mpa, la mezcla con 10%, a la edad de 28 días brinda una resistencia a compresión con 37.34 Mpa, para la mezcla 12%, al



día 28 brinda una resistencia a compresión con 32.31 Mpa. concluyendo que la mezcla que mayor resultado obtuvo la incorporación de 10% de virutas, la que alcanzó en la edad de 28 días la resistencia a compresión de 37.74 Mpa, y en resistencia a tracción de 3.04 Mpa y su resistencia a flexión de 5.51 Mpa.

(Pacheco Cruzado, 2016), en su proyecto de investigación de (Pregrado), con el título "Resistencia a compresión axial del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de diferentes porcentajes de viruta metálica" realizado en la Universidad Privada del Norte - Cajamarca. Teniendo como objetivo determinar la resistencia a compresión axial del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  con la incorporación de diferentes porcentajes de viruta de acero ensayada a diferentes edades. Con el método de investigación de carácter experimental – aplicativo. Que tiene como resultados a los 7 días al incorporar 6% alcanza una resistencia de compresión axial con un valor de  $169.12 \text{ kg/cm}^2$ , al 4% alcanza  $165.93 \text{ kg/cm}^2$ , al 2% alcanza  $165.93 \text{ kg/cm}^2$ , a la edad de 14 días al incorporar 6% de virutas de acero alcanza una resistencia a compresión axial de  $181.80 \text{ kg/cm}^2$ , al 4% alcanza  $176.95 \text{ kg/cm}^2$ , al 2% alcanza  $169.18 \text{ kg/cm}^2$ . A la edad de 28 días al añadir el 6% de virutas de acero se llegó a obtener los mayores incrementos a la resistencia a compresión axial de  $202.26 \text{ kg/cm}^2$ , al 4% alcanza un  $176.95 \text{ kg/cm}^2$ , al 2% alcanza un  $190.76 \text{ kg/cm}^2$ . Llegando a la conclusión que al incorporar distintos porcentajes de virutas de acero aumentan hasta un valor de 5% con respecto a la resistencia a compresión axial del diseño de mezcla de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . Y que la incorporación de 6% de viruta al 28 día alcanzamos la mayor resistencia con un  $202.26 \text{ kg/cm}^2$ . Este porcentaje de incorporación compete al incremento de resistencia a compresión con un valor de 15.58%.

### **Teorías relacionadas al tema**

La viruta es un material residual de pequeñas dimensiones, donde esta tiene la forma de una lámina curvada, polvo y espiral, los cuales son obtenidos por Elaboraciones de cepillado, limado o pulido, así como se ilustra en la figura 1, en muchos de los casos la viruta de acero se le valora como parte del residuo de la industria metalífera. Las virutas se han aplicado en distintas Elaboraciones de morteros, concretos de fibra de acero y en otros trabajos relacionados a la construcción, debido a su módulo de elasticidad que es 10 veces mayor comparada

con la del concreto, se le utiliza principalmente con la finalidad de se utiliza esencialmente con el objetivo de intensificar la resistencia a la colisión y agrietamientos. Al agregar viruta a la mezcla proporciona un considerable aumento de la resistencia en contra a los diferentes tipos de carga, además su uso beneficia en el presupuesto, características, cuidado medioambiental y a su vez da nueva alternativas para concretos, satisfaciendo su monitoreo de desempeño y calidad del concreto.(Briones Ponce et al., 2020)



*Figura 1. Viruta de acero*

Fuente. L&H (2015).

El utilizar los residuos metálicos, nos proporcionar un valor parcialmente alto a un costo relativamente mínimo con muchas aplicaciones. A su misma vez los residuos se pueden utilizar como fibras ferrosas en sustitución a la fibra de acero, que componen el hormigón armado. (Alfeehan et al., 2020, p. 248)



*Figura 2.* Origen y Reciclado de materiales de desecho

Fuente. (Liu et al., 2021, p. 4)

## Concreto

El concreto es considerado como una piedra artificial la cual internamente está adherida por esfuerzos internos que equilibran homogéneamente las cargas y otras acciones que puedan provocar accidentes en los que se exponen las construcciones con este material durante su vida útil. De la misma forma se exponen a condiciones meteorológicas, las cuales puede producen deterioros físicamente y/o químicamente, lo cual da como resultado una variación en la vida útil de la construcción, confrontando a lo que teóricamente se calcula, como su resistencia mecánica. El material que conforma el concreto esté ligado a su compuesto y su rendimiento de acuerdo a su calidad de la mezcla de cemento de la que este elaborado como también de las características físico-químicas de sus partículas de roca del compuesto o agregado que componen el material. (Solis, Moreno y Arjona, 2012, p. 22)

El concreto (hormigón) se obtiene realizando la combinación de elementos: Cohesivo (cemento), agregados (arena y hormigón), agua, y en algunos casos esta la aplicación de aditivos químicos. Esta mezcla compuesta por Cemento Portland y agua, donde se logra unir los agregados (arena y hormigón), donde se crea una

mezcla, que tiene similitudes con las características de una roca. (Guevara Fallas et al., 2012, p. 81)

El hormigón es la segunda construcción más consumida, material después del agua con el doble de hormigón que es utilizado en todo el mundo que todos los demás materiales de construcción juntos. Mientras tanto, el hormigón, en su estado no reforzado, tiene características comunes: Como una fuerte compresión y con una débil tensión. Como resultado, las varillas de acero se utilizan para resistir cualquier tensión fuerzas o para aplicar fuerzas de compresión al hormigón a ser capaz de soportar las fuerzas de tracción. (Alani y Aboutalebi, 2013, p. 646).

### **Cemento**

El cemento es un aglomerado hidrófilo, este es obtenido a través de la calcinación de la roca sedimentaria denominada calizas con contenido ferrosos, areniscas y arcillas, que son posteriormente triturados para que después resulte un polvo de partículas muy finas, al ser mezcladas con el agua adquiere la propiedad de endurecimiento, resistencia y adherencia. Los principales materiales constituyentes del cemento son: Silicato Tricalcio o C3S, Silicato Bicalcio o C2S, Aluminato Tricalcio o C3A, Aluminoferrato C, adicionalmente se agrega yeso SO<sub>3</sub>. (Huaquisto y Belizario, 2018, p. 228)

A su vez, la elaboración de cemento es de las principales actividades productoras CO<sub>2</sub> a nivel mundial, principalmente debido a la calcinación a grandes temperaturas de la piedra caliza y la incineración de combustibles fósiles, convirtiéndose así, en una de las industrias de carbono más activas. (Ruiz et al., 2020, p. 10)



*Figura 3. Cemento.*

Fuente. Economista (2016).

## Tipos De Cemento

Existe más de diez distintos de cementos que se utilizan a fin de su aplicación en la construcción, se diferencian por sus compuestos y distintas utilidades. Las cuales son: Cemento de solidificación rápido (RHC), cemento de fraguado rápido (QSC), cemento de calor bajo (LHC), cemento resistente al sulfato (SRC), cemento de escoria de horno (BFSC), cemento con alto contenido de alúmina (HAC), cemento blanco (WC), cemento coloreado (CC), puzolánico cemento (PzC), cemento incorporador de aire (AEC) y cemento hidrofóbico (HpC). RHC con aumentado de contenido de cal en comparación con el cemento Portland (PC). (Dunuweera, 2018, p. 2).

**Tabla 2.** *Composición de los cementos Portland*

<b>Composición de los cementos Portland</b>				
<b>Tipo</b>	<b>C3S</b>	<b>C2S</b>	<b>C3A</b>	<b>C4AF</b>
I	45 – 65	10 – 30	0 – 17	6 – 18
II	35 – 60	15 – 35	0 – 8	6 – 18
III	45 – 70	10 – 30	0 – 15	6 – 18
IV	20 – 30	50 – 55	3 – 6	8 – 15
V	40 – 60	15 – 40	0 – 5	10 – 18

Fuente. Duran Mendoza, (2018 pág. 34).

En la figura 4, se contemplan los tipos de cementos existentes.



*Figura 4. Tipos de cemento*

Fuente. GeoLg (2019).

### **Agregados**

Los agregados rocosos son los principales constituyentes del concreto. Sus características y propiedades, influyen no solamente en las características, estado fresco y endurecido a su vez también en el presupuesto inicial del mismo. Los agregados conforman parte del concreto hasta en un 70% al 80% del total de volumen del concreto, entonces es primordial conocer sus características, propiedades y el impacto que causa en el hormigón, optimizando no solamente su utilización, sino también optimizar el diseño de la pasta (mezcla). Así mismo las características y composición de los agregados en relación a su forma, textura y gradación. Que afectan en su aplicación, acabado, exudación y segregación del concreto fresco (fluido), además afecta a la duración, rigidez, permeabilidad, densidad, retracción y resistencia del concreto en estado sólido. (Leon y Ramirez, 2010, p. 215)

En la mayor parte del mundo el agregado más utilizado proviene de depósitos naturales, el cual también es accesible por lo económicamente que resulta, puesto a que no necesitan de proceso industrial. Sin embargo, en las regiones donde carecen de ríos, optan por extraer el agregado de la corteza terrestre, con la utilización de explosivos y maquinaria especializada, estos materiales son acopiados y posteriormente reducidos a tamaños requeridos, por trituradoras mecánicas. Este material se nombra como triturados y posteriormente requieren un

proceso de cribado y se separan por el tamaño de sus partículas. (Solis, Moreno y Arjona, 2012, p. 22)

Los agregados que son empleados para la producción del concreto tienen que cumplir estrictamente con las NTP correspondientes, el agregado fino y grueso tendrán que ser trabajados de forma separada e independiente. Cada una ellas respectivamente deben de ser procesados, transportadas, almacenadas y pesadas. De tal forma que la pérdida de finos sea la menos posible, además que no pierda uniformidad y que no llegue a contaminarse con sustancias extrañas.

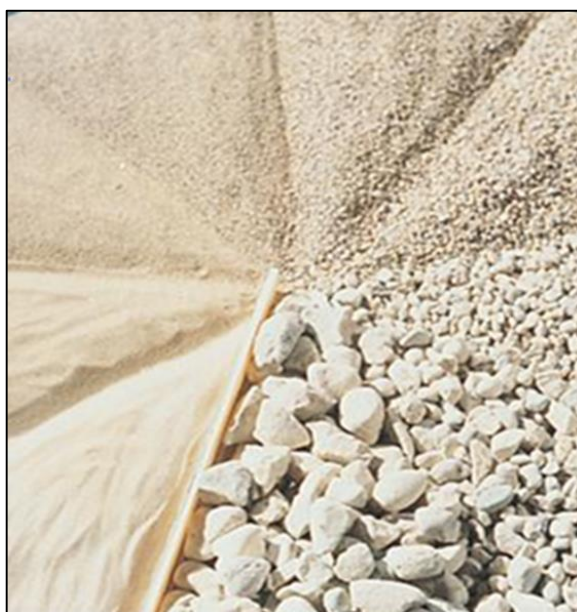


Figura 5. Agregados

Fuente. Bravo (2017).

### Agregados finos

El agregado fino usualmente esta es proveniente de la erosión natural o artificial, que pasan por el tamiz 0.397Pulg. mm (3/8 Pulg.) y las partículas se quedan retenidas en el tamiz N.º 200, el cual tendrá que cumplir como los límites establecidos por la NTP, así como se aprecia en la tabla 2. (Norma Técnica Peruana 400.037, 2014, p. 6)

Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
3/8"	100
Nº4	95 a100

Nº8	80 a 100
Nº16	50 a 85
Nº36	25 a 60
Nº50	5 a 30
Nº100	0 a 10

Fuente. NTP 400.037 (2014, p. 8)

### Agregados gruesos

Es el agregado que no pasa por el N° 4 el mismo que usualmente proviene de la disgregación natural o mecánica de un macizo rocoso, el cual tiene que obedecer con las delimitaciones establecidas por la NTP, así como se ilustra en la tabla 3. (Peruana, 2014, p. 6).

**Tabla 4.** Módulo de fineza de la combinación de agregados

Tamaño máximo del agregado grueso		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
		Módulo de fineza del agregado fino			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	.074	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente. Laura, (2006 pág. 42).

Al referirnos a las propiedades de concreto tomamos en consideración la capacidad de resistir una fuerza empleada en ella. Usualmente la deformación que se originan por las aplicaciones de esfuerzos les se conoce como deformación unitaria, esta se define como el cambio en la longitud donde la carga se expresa como esfuerzo. El esfuerzo se establece como fuerza, tomando en cuenta de cómo el esfuerzo actúa en la materia, los esfuerzos son diferenciados uno del otro en la compresión, torción, flexión, corte y flexión, a su misma vez estos se expresan en datos de resistencia, tenacidad, ductilidad y permeabilidad. Para poder hallar las propiedades del concreto se requiere que las muestras sean curadas bajo



condiciones estándares de humedad y temperatura, es trabajo es lento y demora un periodo de 28 días. Metha y Monteiro (1998 pág. 7)



*Figura 6. RCA según su origen*

Fuente. (Gales et al., 2016, p. 2)

### **Resistencia a la compresión**

Esta resistencia es la que mide la calidad del hormigón que es una manera eficiente, rápida, fácil. Es utilizada generalmente en cálculos para diseño de las edificaciones de estructuras. La propiedad depende en afinidad a la variación de ciertos elementos como la relación (a/c), el tamaño de partículas que componen el agregado, sus propiedades de humedad y temperatura en el curado, etc. (Quintero Ortiz et al., 2011, p. 70)

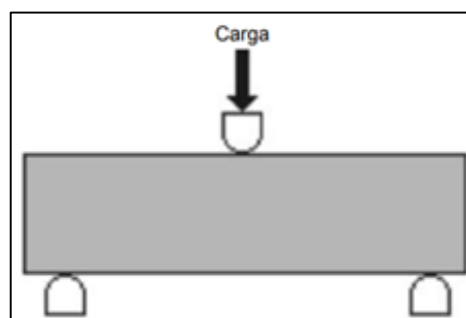
Esta resistencia se calcula de acuerdo a la carga de fractura que esta divide con su área de sección, que retiene la carga y se obtiene un dato en la unidad de Mpa, estas se encuentran en el sistema internacional (SI). En gran parte de operaciones los cálculos y ensayos con respecto a su resistencia se emplean a la edad de 28 días (Imcyc, 2012, p. 20).



*Figura 7.* Probeta cilíndrica sometida al ensayo de compresión  
Fuente. (Imcyc, 2012, p. 20)

### **Resistencia a la flexión**

Esta se describe como la determinación del valor de resistencia a la tracción de los materiales a estudiar. Es denominada como el Módulo de Rotura (MR), donde está comprendida entre el 10% al 20% de la resistencia del material a ser comprimido, está en la sujeción del patrón, tamaño y volumen del agregado grueso aplicado. El módulo de rotura está dispuesto por la viga sometida en los puntos tercios, a la misma vez es dispuesta por la viga sometida una carga en el punto medio. (NRMCA, 2016, p. 30)



*Figura 8.* Carga en el punto medio  
Fuente. (NRMCA, 2016, p. 31)

## Resistencia a la tracción

Esta resistencia esta aproximadamente en un 10% a 15% con consideración a la resistencia de compresión. Esto es ocasionado por la baja capacidad que tiene de resistir, esto se refleja cuando se origina fisuras en la estructura de concreto. Donde la resistencia a la tracción, la misma que se define como la capacidad máxima a la tracción. El concreto es capaz de soporta sin que esté presente grietas continuas, además tiene el objetivo de una evaluación y prevención ante el posible encuentro del concreto que puedan llevar a la aparición de fallas. Los ensayos realizados para hallar la tracción de forma directa, suelen tener un alto grado de complejidad, a su vez también resultan tener un elevado costo, esto se entiende por la aplicación de factores que impactan sobre su comportamiento; pero al margen, estos tipos de método dan por resultados un grado mayor de confianza. (Palmieri Panesso, Guzmán Guerrero y Cantillo Maza, 2018, p. 60)

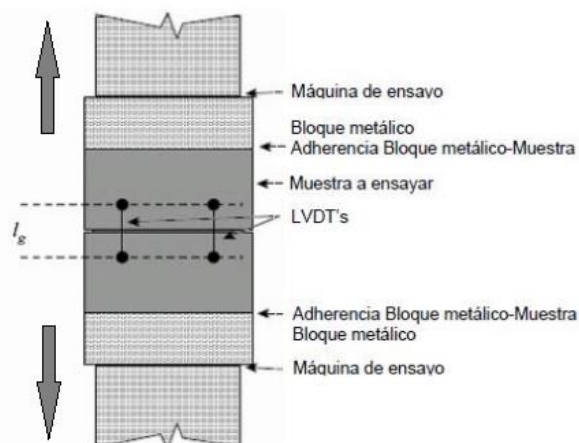


Figura 9. Diagrama del ensayo de tracción directa

Fuente. Fernández (2014)

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación:**

Las actividades que se rigen de una serie de procesos aplicables para investigar y determinar una cuestión surgida de un problema, de acuerdo a su tipo, con el fin de obtener nueva información en el ámbito aplicado. (Hernandez, 2016)

La actual investigación es de tipo aplicado, ya que se realizarán procesos referidos a particiones de conocimientos anteriormente usados con el fin de encontrar los objetivos planteados.

##### **Diseño de investigación:**

Según (Hernandez, 2016), el diseño de un proceso de estudio en el sistema y/o plan que se realiza para tener información que se requiere en un estudio, para responder los problemas del estudio, realizándose con ello la prueba de hipótesis, conociendo la veracidad de los mismos.

El diseño de investigación es de carácter experimental, esto es debido a que esta enfocado en el monitoreo de la manifestación que se puede acontecer en la zona de estudio, aplicando muestras significativas, de la misma forma la estrategia de control y metodología cuantitativa con el propósito de analizar los datos obtenidos.

##### **Enfoque de investigación**

El enfoque sobre un plan de investigación viene siendo el proceso delimitando aspectos sobre lo sistemático, a si también en lo disciplinado y controlado, de acuerdo a los niveles cualitativos o cuantitativos, en los que se enfocara la investigación. (Tamayo, 2003).

En la investigación que se desarrolló, se dio el empleo de un enfoque cuantitativo, ya que de la misma se aplicó el uso de los niveles tanto descriptivos como explicativos.

## **Nivel de investigación**

El nivel de una investigación en un estudio es el grado de hondura donde se examina algunos fenómenos o hechos que ocurren en la realidad social, y todo aquel que este incluido en una investigación. (Tamayo, 2003).

En la investigación se empleó el nivel explicativo, ya que son aquellos trabajos en el que la preocupación se focaliza en determinar los orígenes o causas de un determinado tipo de conjunto de fenómenos. Donde su objetivo, por consiguiente, es conocer por qué suceden algunos hechos, analizando las relaciones que causan existencia o por lo menos, nos denote las condiciones por los que se producen.

### **3.2. Variable y operacionalización**

**Variable independiente:** Virutas de acero

**a) Definición Conceptual:** Según (Briones Ponce et al., 2020), las virutas son el fragmento de materiales residuales en forma de láminas curvadas, espiral y polvo que son extraídos en labores de desbaste, lijados o perforaciones sobre materiales férreos, este tipo de material se considera como un residuo de las industria metalífera, los procesos en lo que se origina este material se utilizar herramientas como: Cepillo de acero, perforadoras, tornos, limas entre otros.

**b) Definición Operacional:** Se recolectaron las virutas de acero eliminadas como los desechos de las empresas dedicadas al metal mecánica donde se limpia y seleccionan los tipos de virutas de acero a emplear para luego proceder a efectuar los ensayos correspondientes se toman en cuenta los indicadores en el laboratorio

**c) Dimensiones:** Viruta ondulada de 1", ½", diseño de mezclas.

**d) Indicadores:** Porcentaje de incorporación y características de los agregados.

**e) Instrumento:** dosificadores, formatos de diseño de mezclas.

**f) Escala de Medición:** Razón

**Variable dependiente:** Comportamiento del mecánico del concreto.

- a) **Definición Conceptual:** Según (Huaman Quispe, 2015). Nos expresa que el comportamiento mecánico del concreto, es a partir de sus propiedades mecánicas como: flexión, compresión y tracción. Y que las propiedades mecánicas del concreto fibro reforzado tienen que ser determinados sobre probetas mediante ensayos establecidos por las normas
- b) **Definición Operacional:** Se emplea el ensayo físico al concreto en estado físico. Para luego realizar 50 probetas donde 30 serán utilizadas en ensayos de compresión, 10 de tracción y los últimos 10 en tracción indirecta, compresión y ensayos de flexión, a las probetas elaboradas.
- c) **Dimensiones:** resistencia a la flexión, resistencia a la compresión y resistencia a la tracción.
- d) **Indicadores:** resistencia que se originaran en los siguientes días: 7, 14 y 28 días para un concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$
- e) **Instrumento:** formatos de compresión, flexión, tracción
- f) **Escala de Medición:** Razón.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

Según (Tamayo, 2003, p. 114), define este punto como un ámbito global y genérico en donde se realizara la investigación.

Para la presente investigación la población quedo constituida por la realización de concretos  $f'c=280.00 \text{ kg/cm}^2$  con y sin la aplicación de virutas de acero.

#### Criterios de inclusión

El criterio de inclusión, viene siendo una especificación puntual de forma general de las características de la población. (Vara Horna, 2012)

Al realizar la presente investigación se consideraron exclusivamente los agregados pétreos que se encontraron en la provincia de San Román, para la elaboración de las briquetas y viguetas de concreto.

## Criterios de exclusión

El criterio de exclusión, viene siendo un límite impuesto bajo la relación de la población, donde excluirán características o ámbitos donde se intervendrá. (Vara Horna, 2012)

Para la presente investigación no se emplearon aditamentos adicionales que no sean exclusivamente las virutas de acero para la elaboración de las briquetas y viguetas de concreto.

## Muestra

(Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014), aquí la muestra viene siendo una población donde se delimitarán los puntos de investigación.

La muestra quedo constituida por las siguientes muestras, contempladas dentro de las tablas 5, 6 y 7.

**Tabla 5.** Muestras requeridas para someterlas al ensayo a la compresión

Tiempo de vida	Concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$			
	Concreto sin Virutas de acero	Virutas de acero		
		2.00%	4.00%	8.00%
7 días	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras
14 días	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras
28 días	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 6.** Muestras requeridas para someterlas al ensayo a tracción

Tiempo de vida	Concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$			
	Concreto sin Virutas de acero	Virutas de acero		
		2.00%	4.00%	8.00%
7 días	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras
14 días	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras
28 días	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 7.** Muestras requeridas para someterlas al ensayo a flexión

Tiempo de vida	Concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$			
	Concreto sin Virutas de acero	Virutas de acero		
		2.00%	4.00%	8.00%
7 días	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras
14 días	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras
28 días	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras

Fuente. Elaboración propia

## Muestreo

Este punto viene a ser una población más específica donde se procederá a desarrollar la investigación, esta dependerá de fórmulas para determinar si va tras un proceso de análisis probabilístico o no probabilístico. (Gotuzzo, 2018)

La presente propuesta de investigación utilizara un muestro no probabilístico, por conveniencia.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas de recolección de datos

Se le denominan técnica a todos aquellos métodos que ayuden a cuantificar mediante valores de una manera sintética que pueda dar solución a un problema. (Fidias, 2012).

En la presente investigación se emplearon técnicas referidas con el diseño de mezclas para el concreto convencional, de igual forma el diseño de mezcla del concreto + la aplicación de virutas de acero, con ensayos de laboratorio y análisis de resultados.

#### Instrumentos de recolección datos

Se define como instrumentos a todos aquellos medios que se emplearan tanto en forma física como virtual, para la obtención o recopilación de los datos necesarios para desarrollar la investigación. (Garcia, Rodriguez y Gil, 2004)



En la presente investigación se van a disponer de fichas de recopilación de datos, bolsas de transporte y herramientas de muestreo, equipos electrónicos y herramientas de laboratorio, trabajo de gabinete, software de análisis de datos, software de interpretación de resultados.

### 3.5. Procedimientos

A continuación, se detalla el procedimiento efectuado para la preparación del diseño de mezclas, en primer lugar, selección del material extraído de la cantera, como se puede contemplar en la figura 10.



*Figura 10.* Procedimiento de selección del material

Fuente. Elaboración propia

Por concerniente se procedió a tamizar el material, como se puede apreciar en la figura 11.



*Figura 11.* Procedimiento de tamizado del material

Fuente. Elaboración propia

Una vez caracterizado los áridos y generados la proporción óptima de un concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$ , se procedió a efectuar el diseño de mezclas, con el debido pesado del material fino y grueso, como se muestra en la figura 12 y 13.



*Figura 12.* Árido fino

Fuente. Elaboración propia



*Figura 13. Árido grueso*  
Fuente. Elaboración propia

Asimismo, se procedió a pesar la cantidad indicada según la investigación de virutas de acero, como se aprecia en la figura 14.



*Figura 14. Pesado de las virutas de acero*  
Fuente. Elaboración propia

Tras efectuar el pesado indicado de virutas de acero se procedio a incorporar este material sobre la mezcla de los aridos y cemento, como se aprecia en la figura 15.



*Figura 15.* Incorporación de virutas de acero

Fuente. Elaboración propia

Seguidamente se procedió a mezclar todos los componentes, como se aprecia en la figura 16.



*Figura 16.* Mezclado del material

Fuente. Elaboración propia

Una vez efectuada la mezcla se procedió a desarrollar la prueba de Slump, para determinar el asentamiento de la mezcla, como se aprecia en las imágenes 17 y 18.



*Figura 17.* Enrasado del material en el cono de abrams

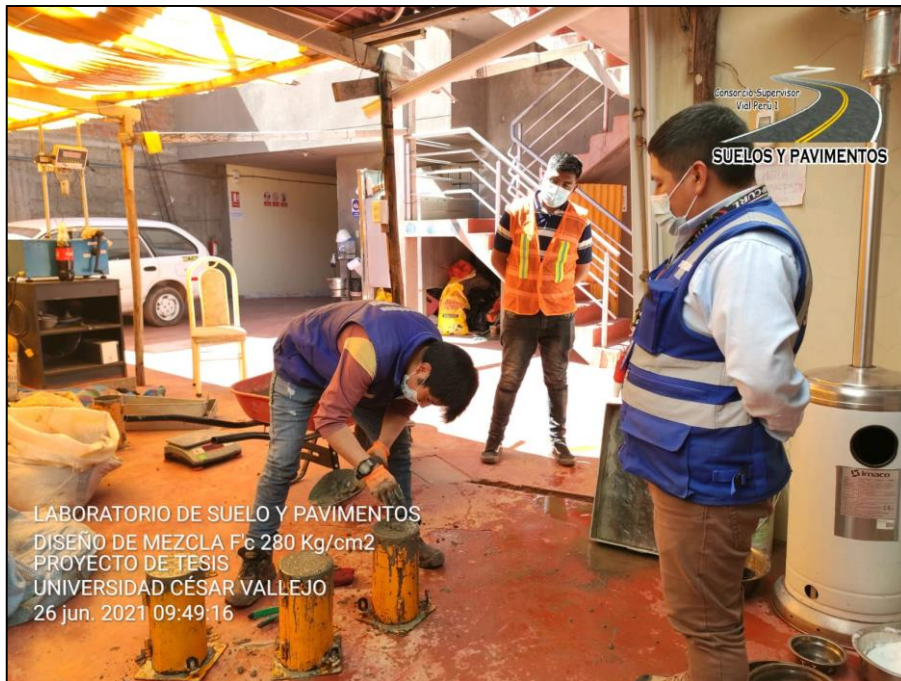
Fuente. Elaboración propia



*Figura 18.* Medida del asentamiento del concreto

Fuente. Elaboración propia

Una vez efectuada la prueba de asentamiento, se procedió a vaciar las briquetas respectivas, como se aprecia en la figura 19.



*Figura 19.* Medida del asentamiento del concreto

Fuente. Elaboración propia

Una vez concluido el periodo de vida del concreto se procedió a efectuar el ensayo a compresión, como se aprecia en la figura 20.



*Figura 20.* Ensayo a compresión

Fuente. Elaboración propia

Asimismo, se propició el ensayo a tracción indirecta de la briqueta, como se aprecia en la figura 21.



*Figura 21.* Medida del asentamiento del concreto

Fuente. Elaboración propia

Finalmente, se procedió a desarrollar la prueba a flexión, como se aprecia en la figura 22.



*Figura 22. Ensayo a compresión*

Fuente. Elaboración propia

### **3.6. Método de análisis de datos**

El método aplicado para el correspondiente análisis de datos, se da sobre lo inductivo, ya que a partir de las teorías recopiladas que se aplicarán para el proceso de obtención de resultados que se procederán a generar las conclusiones para la presente investigación.

### **3.7. Aspectos éticos**

Todo lo redactado en la presente investigación se dará según el código de ética establecida bajo la resolución del consejo universitario N°0126-2017/UCV de la Universidad Cesar Vallejo.

Primeramente, se establece bajo el artículo 6º que dentro de sus lineamientos comprende la parte de honestidad, se procederá dar veracidad en cuanto a la repetitividad de los resultados, demostraron las fichas de control dados por el laboratorio empleado para el desarrollo de la tesis.

Por segundo punto, bajo el artículo 7º que contempla el aspecto de competencia profesional se planteó dar fiel cumplimiento a los procesos sobre la metodología para la mejor interpretación de los resultados obtenidos.

Por tercer punto, bajo el artículo 9º que contempla el aspecto de responsabilidad, en la investigación se aseguró de cumplir los lineamientos establecidos por la Universidad Cesar Vallejo.

Por cuarto punto, bajo el artículo 14º que contempla el aspecto de la publicación de las investigaciones, en la presente tesis se previó dar pase bajo el consentimiento de los autores sobre la publicación de la investigación en el sistema electrónico de publicaciones científicas de la Universidad Cesar Vallejo.



## IV. RESULTADOS

En esta etapa se detalla los resultados hallados a través de los ensayos desarrollados, donde podremos responder los objetivos planteados, durante la primera etapa se procedió a caracterizar la calidad de los agregados que fueron empleados dentro del diseño de mezclas, seguidamente se presentaran los valores dados tras someter los especímenes a ensayos de compresión, flexión y tracción.

En la tabla 8, se presentan los resultados obtenidos de la caracterización de los áridos gruesos de la cantera Cabanillas.

**Tabla 8.** Caracterización de los agregados

Descripción	Cabanillas		Unidades
	Agregado Fino	Agregado Grueso	
Módulo de fineza	2.34		
Peso específico	2.55	2.57	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1629.00	1418.00	kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario varillado	1716.00	1518.00	kg/m <sup>3</sup>
Humedad natural	3.60	1.50	%
Absorción	2.93	1.99	%

Fuente. Elaboración propia

Dentro de la tabla 8, se puede apreciar la debida caracterización de los agregados tanto finos como gruesos, donde se obtuvo un valor de 2.34 para el módulo de fineza, en tanto los pesos específicos generaron valores de 2.56 gr/cm<sup>3</sup> para el árido fino y 2.57 gr/cm<sup>3</sup> para el árido grueso, por otra parte, también se determinó el peso unitario suelo donde se generaron valores de 1629.00 kg/m<sup>3</sup> y 1418 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, los valores que se generaron para el peso unitario varillado fueron de 1716 kg/m<sup>3</sup> y 1518 kg/m<sup>3</sup>, la humedad que se logró presenciar doto de valores de 3.60% y 1.50% respectivamente, finalmente tras efectuar el ensayo de absorción se determinaron los siguientes valores 2.93% y 1.99% respectivamente.

### Granulometría

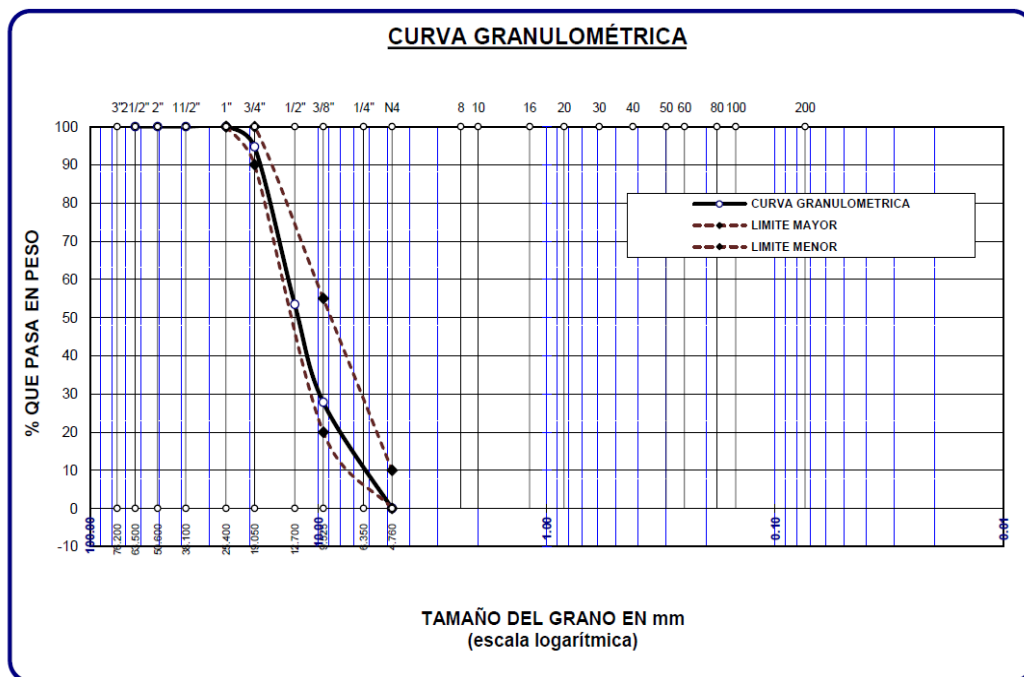
En la tabla 9 y 10, se detallan los pesos retenidos de las muestras extraídas de la cantera Cabanillas tanto para el árido fino y grueso, respectivamente.

**Tabla 9.** Tamizado de muestra extraída de la cantera Cabanillas

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso retenido	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa	Especf.
3"	76.200					
2 ½"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
¾"	19.050	532.00	5.32	5.32	94.68	90 – 100%
½"	12.700	4125.00	41.25	46.57	53.43	
3/8"	9.525	2562.00	25.62	72.19	27.81	20 – 55%
¼"	6.350					
Nro. 4	4.760	2781.00	27.81	100.00	0.00	0 – 10%
Base		0.00	0.00	0.0	100.0	
Total		10000.00	100.00			
% Perdida		0.00				

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 9, se puede apreciar cómo se caracterizan los valores del material retenido acumulado y % que pasa, denotando un cumplimiento sobre los parámetros mínimo que se designan dentro de las especificaciones del árido fino.



**Gráfico 1.** Curva granulométrica agregado fino.

Fuente. Certificados de laboratorio.

En el gráfico 1, se puede apreciar como la curva granulométrica se caracterizó a partir de los datos obtenidos de la tabla 9, donde se puede denotar que el árido fino cumple con todas las características pertinentes de acuerdo a las especificaciones mínimas que se contemplan dentro del manual de ensayos, por lo que este material extraído de la cantera Cabanillas, es de uso pertinente para generar un buen diseño de mezclas y así poder llegar a la resistencia óptima propuesta dentro de ella.

**Tabla 10.** Tamizado de muestra extraída de la cantera Cabanillas

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Que pasa	Especf.
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nro. 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 – 100%
Nro. 8	2.80	44.00	5.50	5.50	94.50	80 – 100%
Nro. 10	2.000					
Nro. 16	1.190	67.90	8.49	13.99	86.01	50 – 85%
Nro. 20	0.840					
Nro. 30	0.590	154.20	19.28	33.26	66.74	25 – 60%
Nro. 40	0.420					
Nro. 50	0.300	399.80	49.98	83.24	16.76	10 – 30%
Nro. 60	0.250					
Nro. 80	0.180					
Nro. 100	0.149	119.40	14.93	98.16	1.84	2 – 10%
Nro. 200	0.074	9.10	1.14	99.30	0.70	
Base		5.60	0.70	100.00	0.00	
Total		800.00	100.00			
% Perdida		0.70				

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 10, se puede apreciar cómo se caracterizan los valores del material retenido acumulado y % que pasa, denotando un cumplimiento sobre los parámetros mínimo que se designan dentro de las especificaciones del árido grueso.

En el gráfico 2, se puede apreciar como la curva granulométrica se caracterizó a partir de los datos obtenidos de la tabla 10, donde se puede denotar que el árido grueso no cumple con los lineamientos pertinentes de acuerdo a las

especificaciones mínimas que se contemplan dentro del manual de ensayos, donde se presencié una leve tendencia dentro de la malla Nro. 30, la cual sobrepasa el valor mínimo permisible, por lo que este material extraído de la cantera Cabanillas, puede originar alguna deficiencia dentro del diseño de mezclas y no llegar a la resistencia máxima del diseño efectuado.

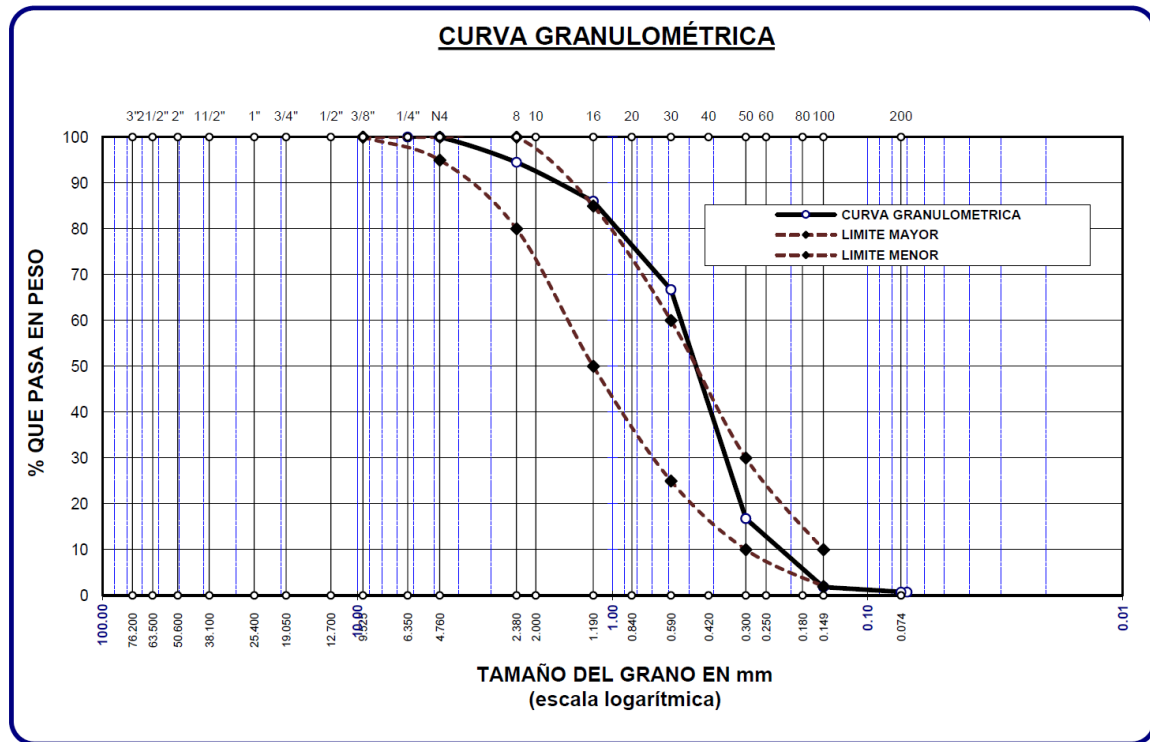


Gráfico 2. Curva granulométrica agregado grueso.

Fuente. Certificados de laboratorio.

## Resistencia a compresión del concreto

En esta etapa se expondrán los resultados obtenidos tras someter los especímenes al debido ensayo de compresión uniaxial en los cuales se detallarán los valores obtenidos de cada espécimen con diferentes proporciones de las virutas de acero.

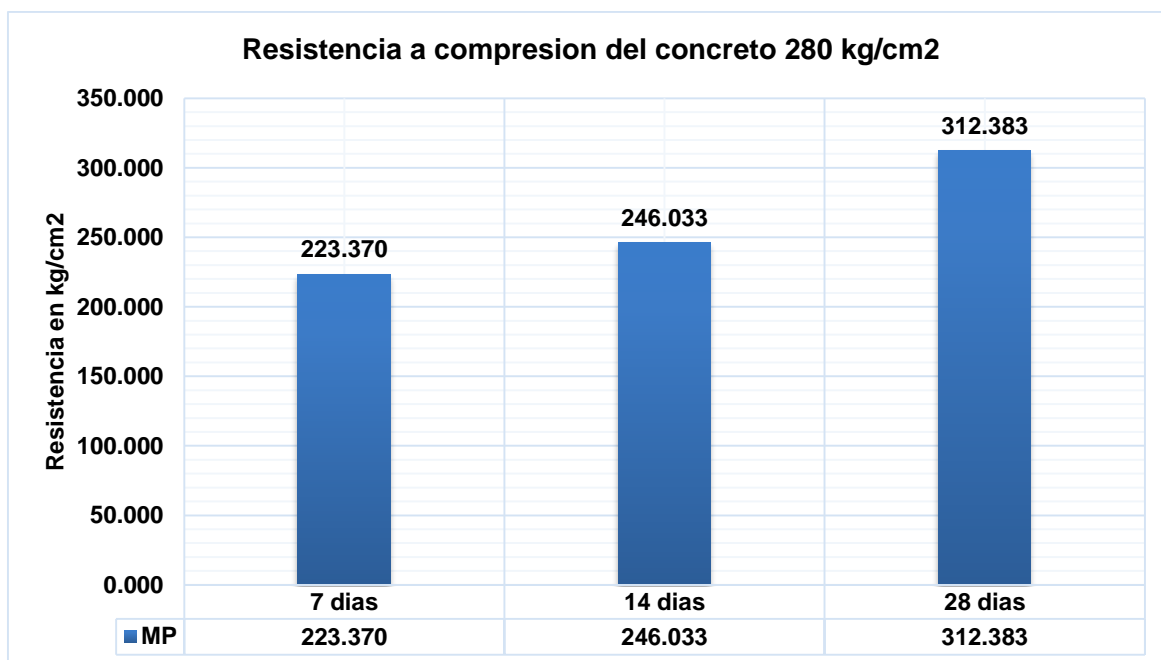
En la tabla 11, se aprecian los valores dados sobre un concreto sin incorporación de virutas de acero, donde se puede apreciar que la resistencia promedio al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor de 223.370 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta un valor de 246.033 kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de los 28 días se presencié un valor promedio máximo de 312.383 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 11. Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup>**

Resistencia a compresión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup>				
Unidad	Valor (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Promedio	Periodo de vida
MP – 1	220.58	78.78	223.370	7 días
MP – 2	221.38	79.06		
MP – 3	228.15	81.48		
MP – 4	247.78	88.49	246.033	14 días
MP – 5	243.00	86.79		
MP – 6	247.32	88.33		
MP – 7	302.21	107.93	312.383	28 días
MP – 8	315.19	112.57		
MP – 9	319.75	114.20		

Fuente. Elaboración propia

En el grafico 3, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo a su tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 312.383 kg/cm<sup>2</sup>, debido a las características de los agregados empleados dentro del diseño de mezclas, así como también de los criterios tomados para el diseño pertinente de las dosificaciones para alcanzar esta resistencia, indicando una mejora del 11.57%.



**Gráfico 3. Muestra patrón**

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 12, se aprecian los resultados datados sobre un concreto con incorporación de virutas de acero en una dosificación del 2%, donde se puede apreciar que la resistencia promedio al periodo de los 7 días se manifiesta con 217.110 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto a los 14 días se manifiesta con un valor de 247.017 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días se presencié un valor promedio máximo de 313.203 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 12.** Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> + 2% de virutas de acero

<b>Resistencia a compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> + 2% virutas de acero</b>				
<b>Unidad</b>	<b>Valor (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>	<b>Promedio</b>	<b>Periodo de vida</b>
MP – 1	215.82	77.08	217.110	7 días
MP – 2	216.43	77.29		
MP – 3	219.08	78.24		
MP – 4	254.05	90.73	248.017	14 días
MP – 5	255.54	91.26		
MP – 6	234.46	83.74		
MP – 7	308.24	110.08	313.203	28 días
MP – 8	306.27	109.38		
MP – 9	325.10	116.11		

Fuente. Elaboración propia

En el grafico 4, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de virutas de acero en una dosificación del 2% se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo a su tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 313.203 kg/cm<sup>2</sup>, debido a las características de los agregados empleados dentro del diseño de mezclas, las virutas de acero y así como también de los criterios tomados para el diseño pertinente de las dosificaciones para alcanzar esta resistencia, indicando una mejora del 13.20%, con respecto a la resistencia 280.00 kg/cm<sup>2</sup>.

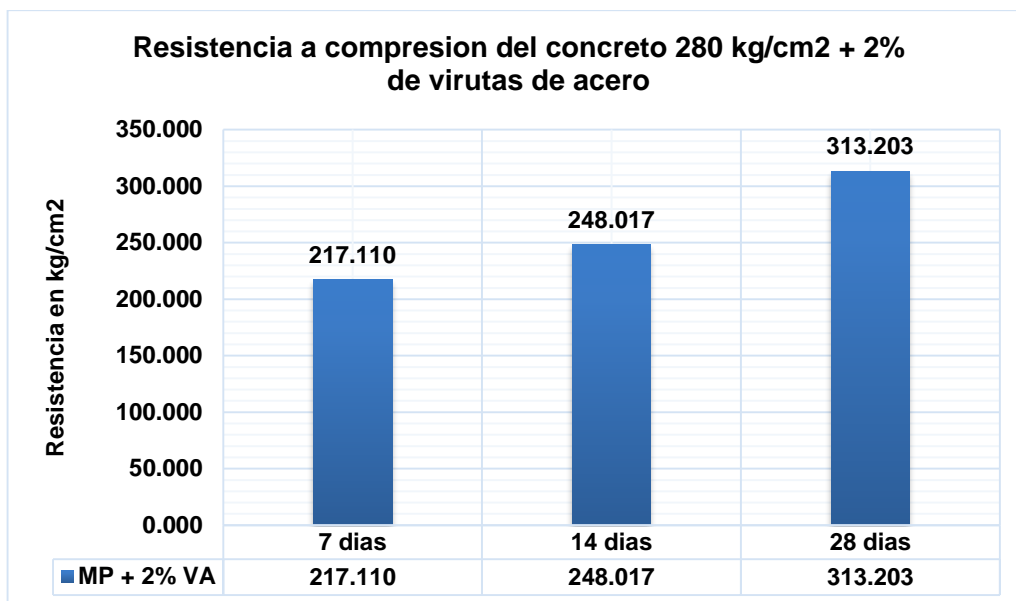


Gráfico 4. Muestra patrón + 2% virutas de acero

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 13, se aprecian los resultados sobre un concreto con incorporación de virutas de acero en una dosificación del 4%, donde se puede apreciar que la resistencia promedio al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor de 225.277 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta con una resistencia a compresión de 253.247 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días se presencié un valor promedio máximo de 334.987 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 13. Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> + 4% de virutas de acero

Resistencia a compresión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de virutas de acero				
Unidad	Valor (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Promedio	Periodo de vida
MP – 1	225.89	80.68	225.277	7 días
MP – 2	229.99	82.14		
MP – 3	219.95	78.55		
MP – 4	252.38	90.13	253.247	14 días
MP – 5	264.96	94.63		
MP – 6	242.40	86.57		
MP – 7	337.70	120.61	334.987	28 días
MP – 8	349.05	124.66		
MP – 9	318.21	113.65		

Fuente. Elaboración propia

En el gráfico 5, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de virutas de acero en una dosificación del 4% se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo a su tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 334.987 kg/cm<sup>2</sup>, debido a las características de los agregados empleados dentro del diseño de mezclas, las virutas de acero y así como también de los criterios tomados para el diseño pertinente de las dosificaciones para alcanzar esta resistencia, indicando una mejora del 19.64%, con respecto a la resistencia 280.00 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que emplear las virutas de acero en una dosificación del 4% genera un aumento significativo sobre esta característica mecánica.

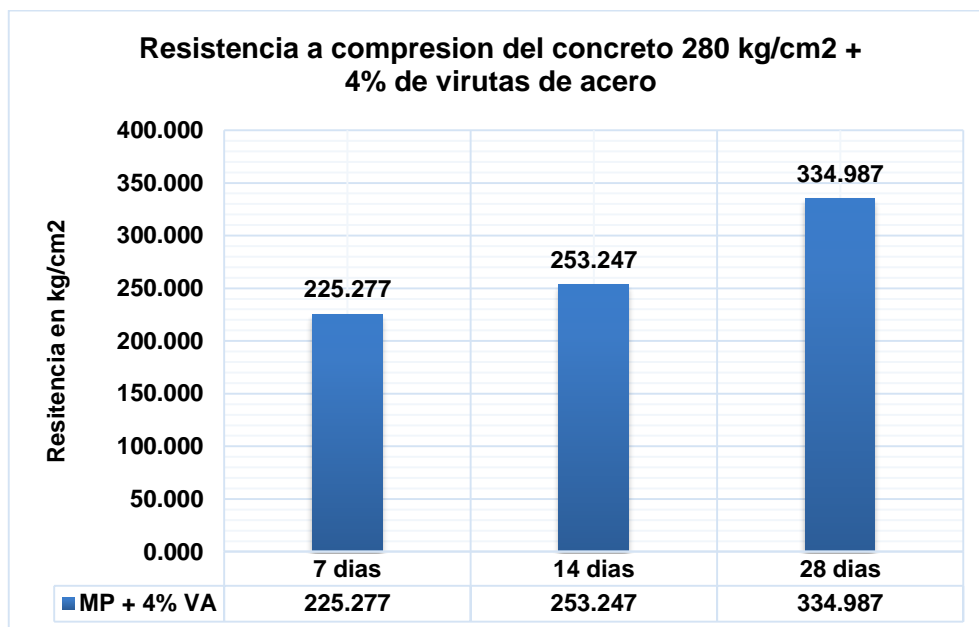


Gráfico 5. Muestra patrón + 4% virutas de acero

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 14, se aprecian los valores datados sobre un concreto con incorporación de virutas de acero en una dosificación del 8%, donde se puede apreciar que la resistencia promedio al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor de 211.923 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta un valor de 242.940 kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de los 28 días se presencié un valor promedio máximo de 301.993 kg/cm<sup>2</sup>.

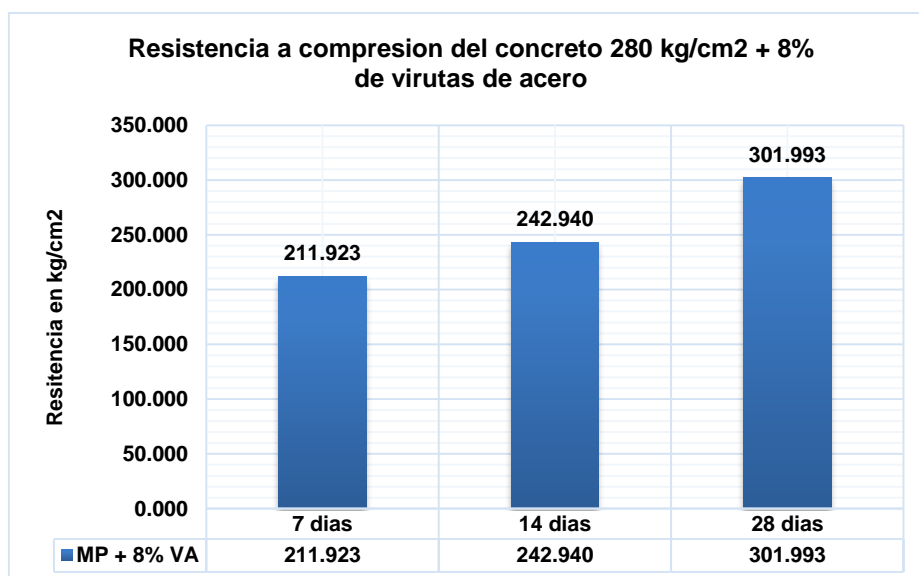


**Tabla 14.** Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> + 8% de virutas de acero

Resistencia a compresión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> + 8% de virutas de acero				
Unidad	Valor (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Promedio	Periodo de vida
MP – 1	217.26	77.59	211.923	7 días
MP – 2	202.08	72.17		
MP – 3	216.43	77.30		
MP – 4	249.26	89.02	242.940	14 días
MP – 5	236.58	84.49		
MP – 6	242.98	86.78		
MP – 7	309.55	110.56	301.993	28 días
MP – 8	290.70	103.82		
MP – 9	305.73	109.19		

Fuente. Elaboración propia

En el grafico 6, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a la compresión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de virutas de acero en una dosificación del 8% se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo a su tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 301.988 kg/cm<sup>2</sup>, debido a las características de los agregados empleados dentro del diseño de mezclas, las virutas de acero y así como también de los criterios tomados para el diseño pertinente de las dosificaciones para alcanzar esta resistencia, indicando una mejora del 7.85%, con respecto a la resistencia 280.00 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfico 6.** Muestra patrón + 8% virutas de acero

Fuente. Elaboración propia

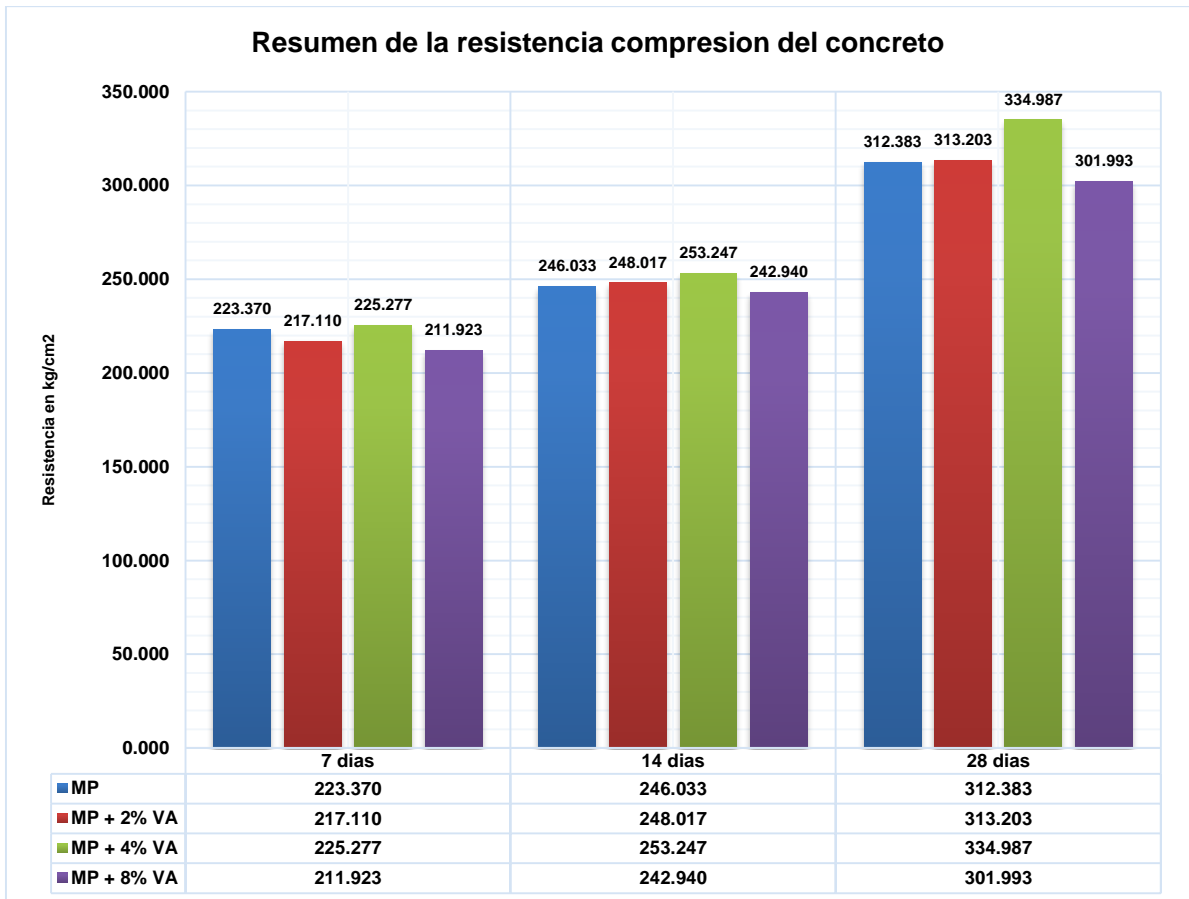


Gráfico 7. Resumen de la resistencia a compresión del concreto

Fuente. Elaboración propia

En el grafico 7, se detalla mediante un gráfico de barras como se va caracterizando la resistencias a la compresión del concreto de acuerdo al % de incorporación de las virutas de acero, donde se aprecia que la muestra patrón a la edad de los 28 se caracterizó con un valor de 312.383 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las dosificaciones del 2%, 4% 8% caracterizaron valores de (313.203 kg/cm<sup>2</sup>, 334.987 kg/cm<sup>2</sup> y 301.993 kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente, denotando que el aporte de las virutas de acero sobre la característica mecánica de la compresión se refleja en un aumento con las dosificaciones del 2% y 4%, siendo la más influyente la dosificación del 4%, debido a que se vio reflejada en un aumento del 19.638%, en relación a la muestra del 280 kg/cm<sup>2</sup>.

## Resistencia a flexión del concreto

En esta etapa se expondrán los resultados hallados tras someter los especímenes al debido ensayo de flexión en los cuales se detallarán los valores obtenidos de cada espécimen con diferentes proporciones de las virutas de acero, así como también de la muestra patrón.

En la tabla 15, se aprecian los valores datados sobre un concreto sin incorporación de virutas de acero, donde se puede apreciar que la resistencia promedio a flexión al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor sobre el módulo de rotura (MR) de 28.387 kg/cm<sup>2</sup> datado por la relación de la carga de falla y dimensiones del espécimen, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta un valor del módulo de rotura (MR) de 29.923 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días se presencié un valor promedio máximo del módulo de rotura de 32.713 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 15.** Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia a flexión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup>				
Unidad	Carga de falla	MR	Promedio del MR	Periodo de vida
MP – 1	3380.00	29.24	28.387	7 días
MP – 2	3220.00	27.69		
MP – 3	3315.00	28.23		
MP – 4	3480.00	29.55	29.923	14 días
MP – 5	3580.00	30.58		
MP – 6	3415.00	29.64		
MP – 7	3730.00	31.93	32.713	28 días
MP – 8	3880.00	33.59		
MP – 9	3826.00	32.62		

Fuente. Elaboración propia

En el grafico 8, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a flexión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo a su tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 32.713 kg/cm<sup>2</sup>.

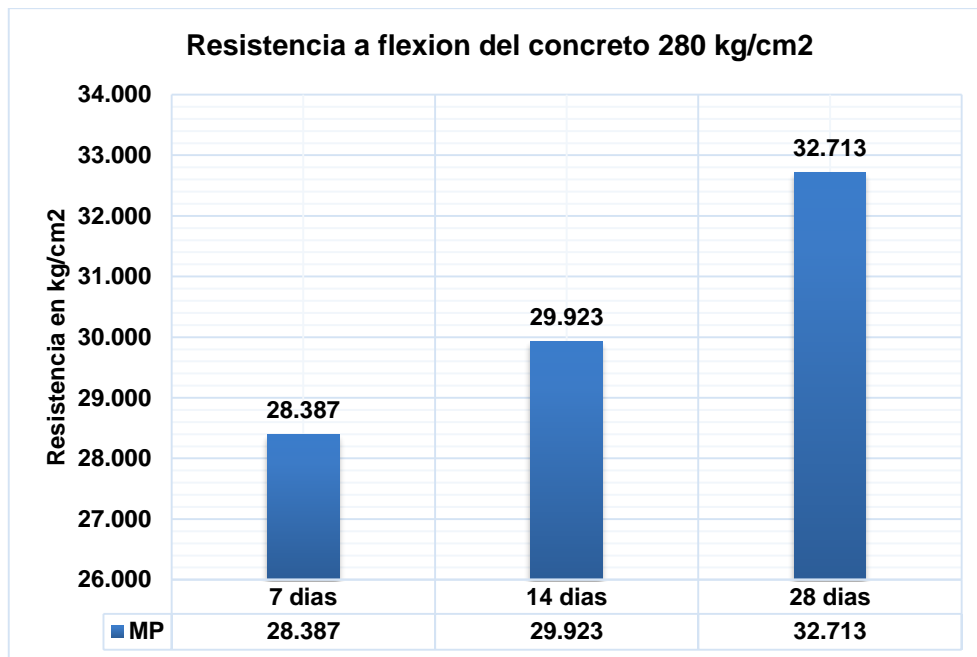


Gráfico 8. Muestra patrón

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 16, se aprecian los resultados sobre un concreto con incorporación de virutas en una cantidad del 2%, donde se puede apreciar que la resistencia promedio a flexión al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor sobre el módulo de rotura (MR) de 32.603 kg/cm<sup>2</sup> datado por la relación de la carga de falla y dimensiones del espécimen, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta un valor del módulo de rotura (MR) de 33.090 kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de los 28 días se presencié un valor promedio máximo del módulo de rotura de 33.660 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 16.** Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> + 2% virutas de acero

Resistencia a flexión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> + 2% virutas de acero				
Unidad	Carga de falla	MR	Promedio del MR	Periodo de vida
MP – 1	3670.00	31.85	32.603	7 días
MP – 2	3890.00	33.52		
MP – 3	3762.00	32.44		
MP – 4	3920.00	33.71	33.090	14 días
MP – 5	3810.00	32.61		
MP – 6	3865.00	32.95		
MP – 7	3960.00	34.07	33.660	28 días
MP – 8	3890.00	33.69		
MP – 9	3845.00	33.22		

Fuente. Elaboración propia

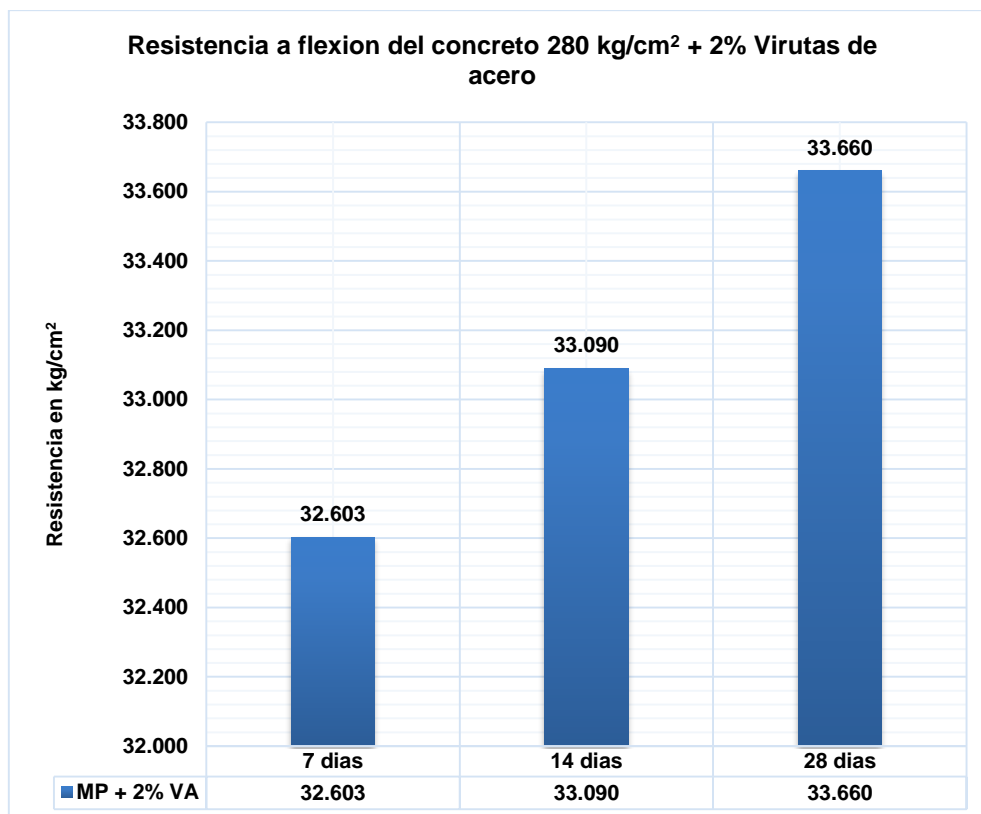


Gráfico 9. Muestra patrón + 2% virutas de acero

Fuente. Elaboración propia

En el grafico 9, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a flexión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> + 2% de fibras de acero, se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo de su resistencia de acorde al tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 33.660 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 17. Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> + 4% virutas de acero

Resistencia a flexión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> + 4% virutas de acero				
Unidad	Carga de falla	MR	Promedio del MR	Periodo de vida
MP – 1	4000.00	34.76	33.847	7 días
MP – 2	3860.00	33.17		
MP – 3	3896.00	33.61		
MP – 4	4220.00	36.41	36.050	14 días
MP – 5	4180.00	35.43		
MP – 6	4265.00	36.31		
MP – 7	4360.00	37.15	37.803	28 días
MP – 8	4520.00	38.36		
MP – 9	4469.00	37.90		

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 17, se aprecian los valores datados sobre un concreto con incorporación de virutas de acero en una dosificación del 4%, donde se puede apreciar que la resistencia promedio a flexión al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor sobre el módulo de rotura (MR) de 33.847 kg/cm<sup>2</sup> datado por la relación de la carga de falla y dimensiones del espécimen, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta un valor del módulo de rotura (MR) de 36.050 kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de los 28 días se presencié un valor promedio máximo del módulo de rotura de 37.803 kg/cm<sup>2</sup>.

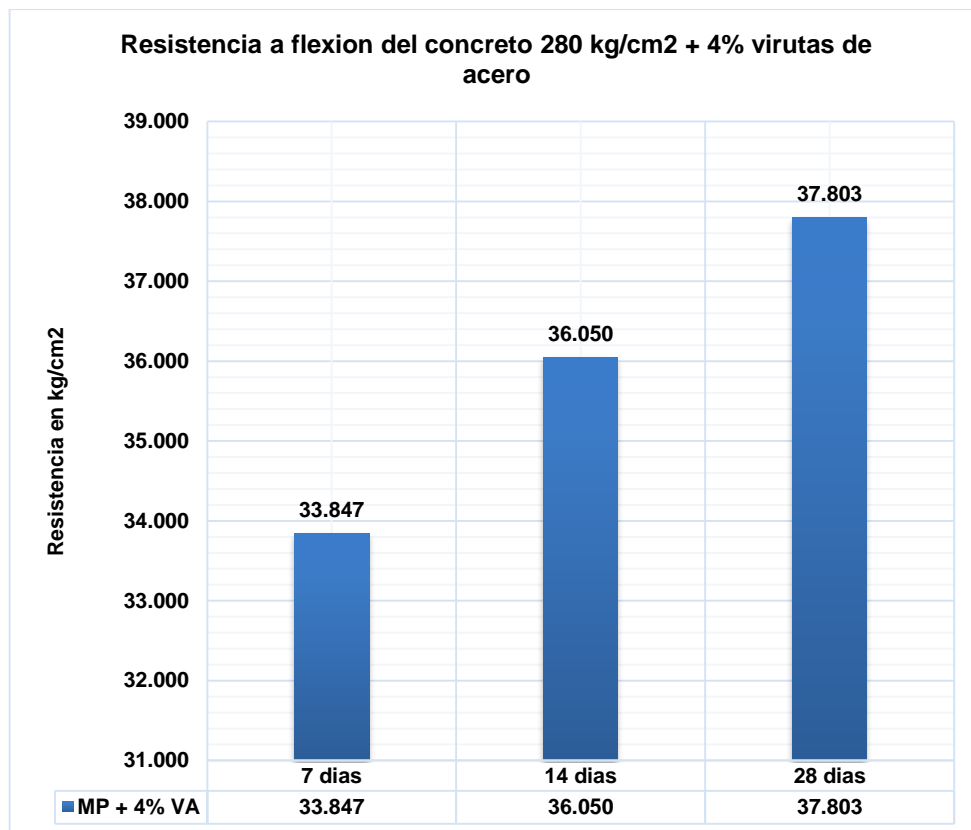


Gráfico 10. Muestra patrón + 4% virutas de acero

Fuente. Elaboración propia

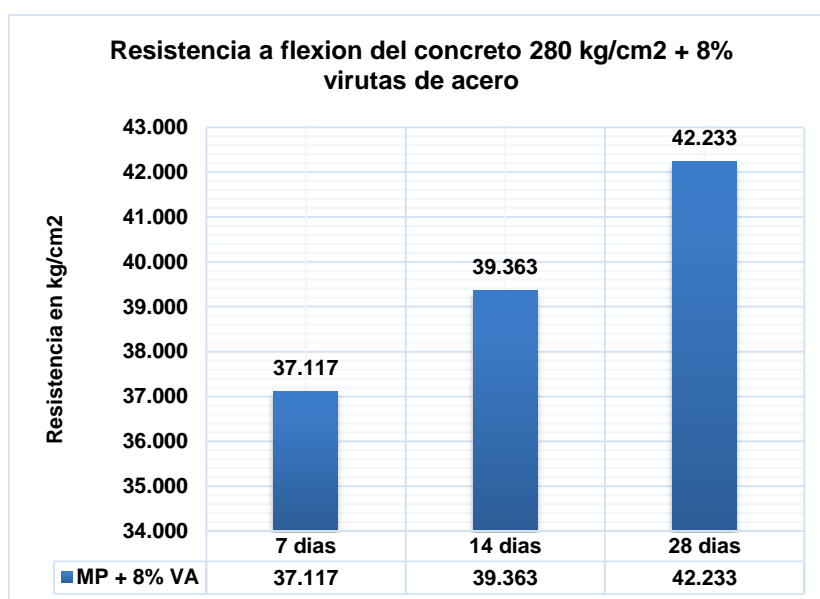
En el gráfico 10, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a la flexión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> + 4% de fibras de acero, se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo de su resistencia de acuerdo al tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 37.803 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 18.** Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> + 8% virutas de acero

Resistencia a flexión del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> + 8% virutas de acero				
Unidad	Carga de falla	MR	Promedio del MR	Periodo de vida
MP – 1	4440.00	38.36	37.117	7 días
MP – 2	4290.00	37.13		
MP – 3	4165.00	35.86		
MP – 4	4540.00	39.12	39.363	14 días
MP – 5	4690.00	40.49		
MP – 6	4469.00	38.48		
MP – 7	4890.00	41.97	42.233	28 días
MP – 8	5020.00	43.22		
MP – 9	4856.00	41.51		

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 18, se aprecian los resultados sobre un concreto con incorporación de virutas de acero en una dosificación del 8%, donde se puede apreciar que la resistencia promedio a flexión al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor sobre el módulo de rotura (MR) de 37.117 kg/cm<sup>2</sup> datado por la relación de la carga de falla y dimensiones del espécimen, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta un valor del módulo de rotura (MR) de 39.363 kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de los 28 días se presencié un valor promedio máximo del módulo de rotura de 42.233 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfico 11.** Muestra patrón + 8% virutas de acero

Fuente. Elaboración propia

En el gráfico 11, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a flexión del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> + 8% de fibras de acero, se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo de su resistencia de acuerdo al tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 42.233 kg/cm<sup>2</sup>.

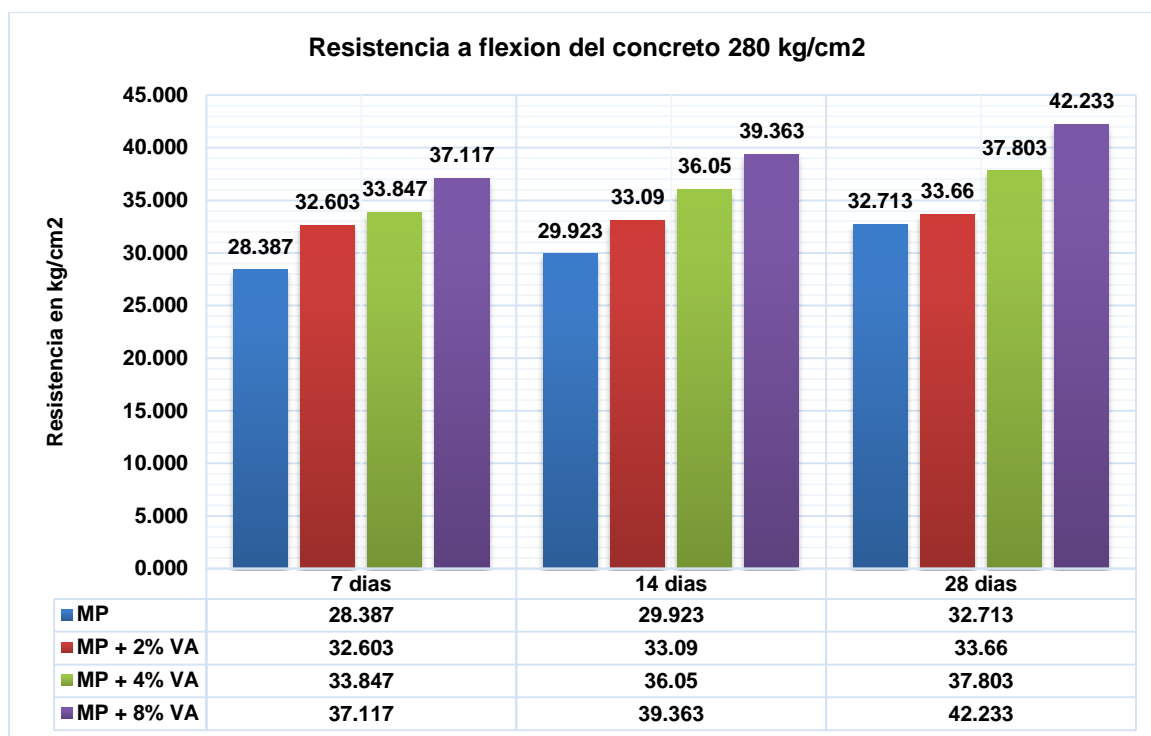


Gráfico 12. Resumen de resistencia a flexión del concreto

Fuente. Elaboración propia

En el gráfico 12, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a la flexión del diseño de concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> con y sin incorporación de virutas de acero se va desarrollando, denotando de una resistencia patrón de 32.713 kg/cm<sup>2</sup> al periodo de los 28 días, en tanto al incorporar la virutas de acero se presenciaron cambios positivos sobre esta característica mecánica, al adicionar el 2% de virutas de acero se presentó un valor de 33.66 kg/cm<sup>2</sup>, mejorando las características de flexión en un 2.89%, al adicionar el 4% de virutas de acero se presentó un valor de 37.803 kg/cm<sup>2</sup>, mejorando las características de flexión en un 15.56%. al adicionar el 8% de virutas de acero se presentó un valor de 42.233 kg/cm<sup>2</sup>, mejorando las características de flexión en un 29.10%, por lo expuesto líneas arriba se pudo denotar que el empleo de virutas de acero sobre el concreto, mejora



significativamente las características de flexión, siendo la más óptima la muestra del concreto + 8% de virutas de acero.

### Resistencia a tracción del concreto

En esta etapa se expondrán los resultados obtenidos tras someter los especímenes al debido ensayo de tracción en los cuales se detallarán los valores obtenidos de cada espécimen con diferentes proporciones de las virutas de acero, así como también de la muestra patrón.

En la tabla 19, se aprecian los valores datados sobre un concreto sin incorporación de virutas de acero, donde se puede apreciar que la resistencia promedio a tracción al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor de 36.240 kg/cm<sup>2</sup> datado por la relación de la carga de falla y dimensiones del espécimen, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta un valor de 41.943 kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de los 28 días se presencié un valor promedio máximo de rotura de 48.340 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 19.** Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup>

Resistencia a tracción del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup>				
Unidad	Carga de falla	T	Promedio del MR	Periodo de vida
MP – 1	24526.00	33.77	36.240	7 días
MP – 2	27546.00	38.52		
MP – 3	26125.00	36.43		
MP – 4	30125.00	42.76	41.943	14 días
MP – 5	31265.00	43.28		
MP – 6	28548.00	39.79		
MP – 7	36954.00	51.51	48.340	28 días
MP – 8	32653.00	45.41		
MP – 9	34695.00	48.10		

Fuente. Elaboración propia

En el grafico 13, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a tracción del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo de su resistencia de acorde al tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 48.340 kg/cm<sup>2</sup>.

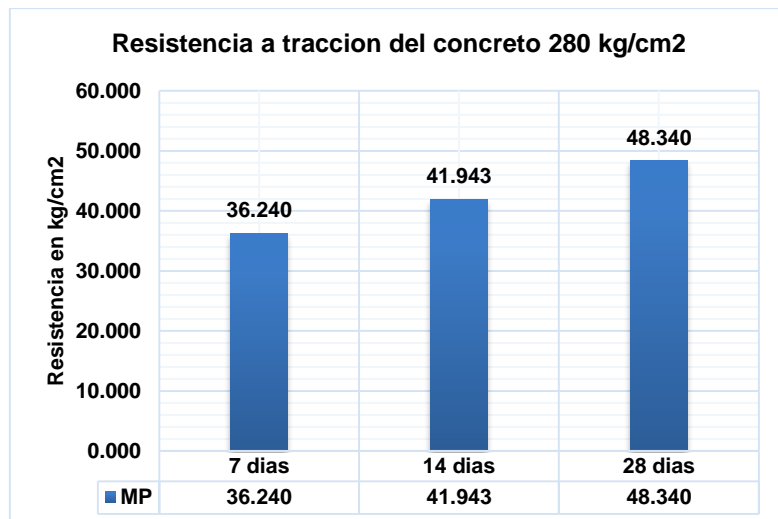


Gráfico 13. Muestra patrón

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 20, se aprecian los valores dados sobre un concreto sin incorporación de virutas de acero donde se puede apreciar que la resistencia promedio a tracción al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor de 36.530 kg/cm<sup>2</sup> datado por la relación de la carga de falla y dimensiones del espécimen, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta un valor de 43.890 kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de los 28 días se presentó un valor promedio máximo de rotura de 52.560 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 20. Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> + 2% virutas de acero

Resistencia a tracción del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> + 2% virutas de acero				
Unidad	Carga de falla	T	Promedio del MR	Periodo de vida
MP – 1	25659.00	36.06	36.530	7 días
MP – 2	26859.00	38.18		
MP – 3	25185.00	35.35		
MP – 4	32625.00	44.99	43.890	14 días
MP – 5	31256.00	43.39		
MP – 6	30985.00	43.29		
MP – 7	35696.00	50.53	52.560	28 días
MP – 8	39765.00	55.22		
MP – 9	36954.00	51.93		

Fuente. Elaboración propia

En el gráfico 14, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a tracción del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> con adición del 2% virutas de acero, se va

desenvolviendo generando un aumento progresivo de acuerdo de su resistencia de acorde al tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 52.560 kg/cm<sup>2</sup>.

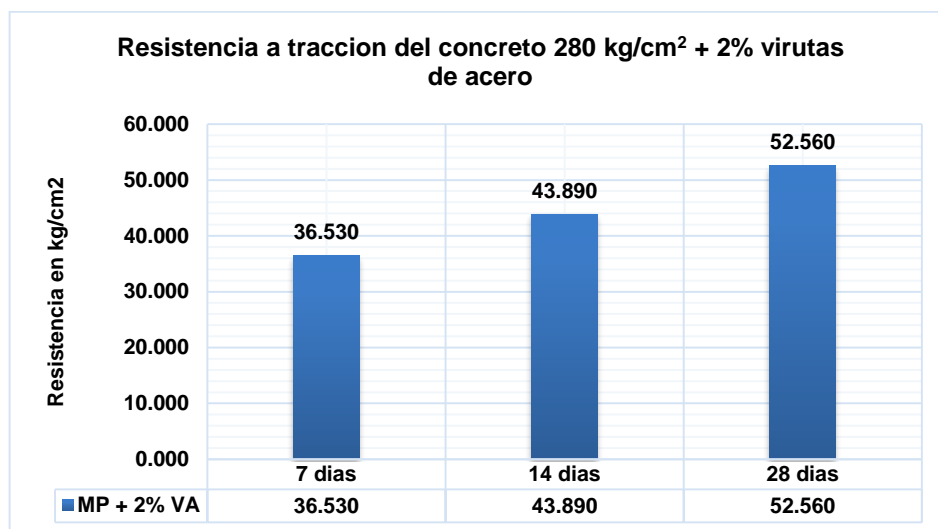


Gráfico 14. Muestra patrón + 2% virutas de acero

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 21, se aprecian los valores datados sobre un concreto con incorporación de virutas de acero en una dosificación del 4%, donde se puede apreciar que la resistencia promedio a tracción al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor de 38.210 kg/cm<sup>2</sup> datado por la relación de la carga de falla y dimensiones del espécimen, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta un valor de 45.170 kg/cm<sup>2</sup> y a la edad de los 28 días se presencié un valor promedio máximo de rotura de 53.260 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 21. Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> + 4% virutas de acero

Resistencia a tracción del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> + 4% virutas de acero				
Unidad	Carga de falla	T	Promedio del MR	Periodo de vida
MP – 1	27526.00	38.04	38.210	7 días
MP – 2	28659.00	39.51		
MP – 3	26215.00	37.08		
MP – 4	30865.00	43.42	45.170	14 días
MP – 5	33264.00	46.12		
MP – 6	32562.00	45.97		
MP – 7	36452.00	50.74	53.260	28 días
MP – 8	41265.00	56.91		
MP – 9	37542.00	52.13		

Fuente. Elaboración propia

En el gráfico 15, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a tracción del concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$  con incorporación del 4% virutas de acero, se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo de su resistencia de acorde al tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de  $53.260 \text{ kg/cm}^2$ .

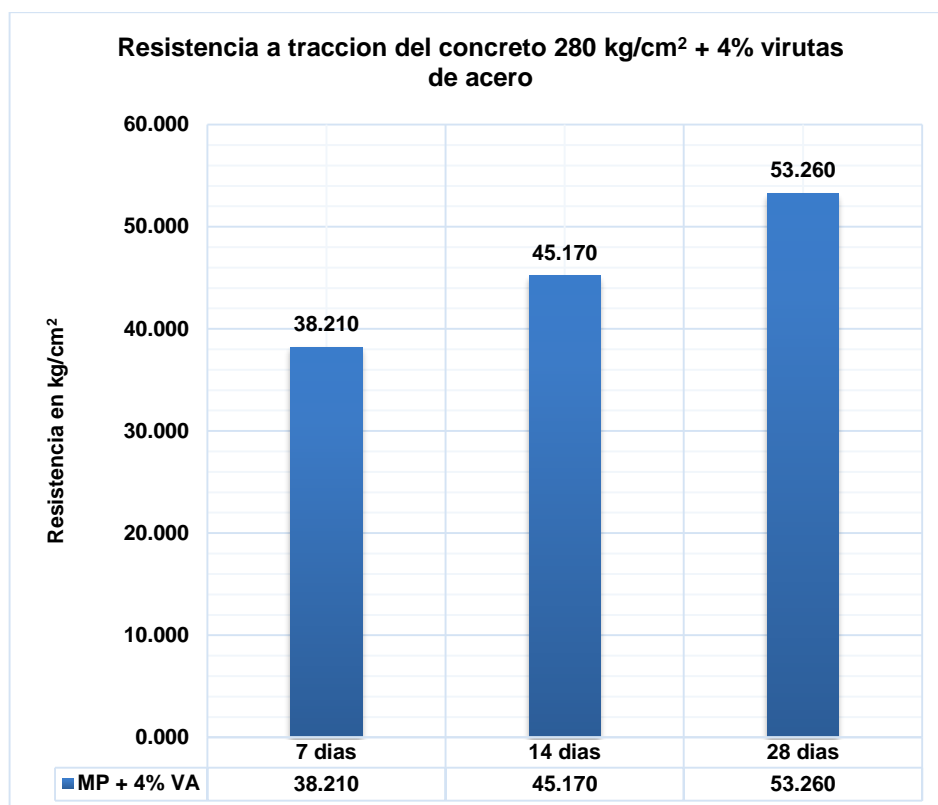


Gráfico 15. Muestra patrón + 4% virutas de acero

Fuente. Elaboración propia

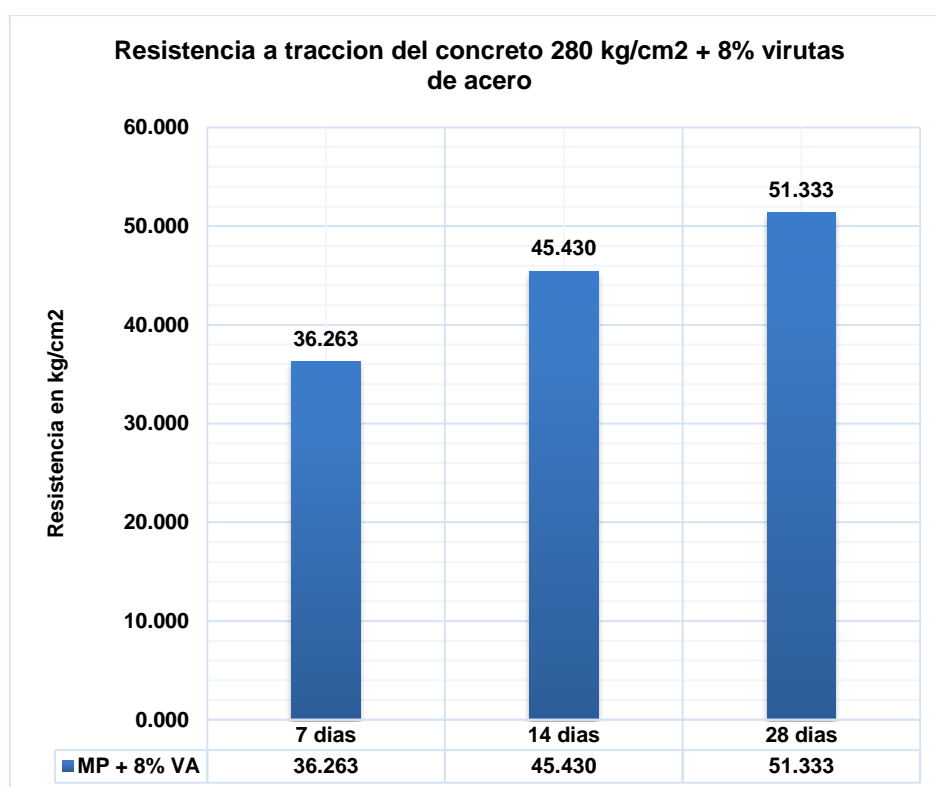
En la tabla 22, se aprecian los valores datados sobre un concreto con incorporación de virutas de acero en una dosificación del 8%, donde se puede apreciar que la resistencia promedio a tracción al periodo de los 7 días se manifiesta con un valor de  $36.263 \text{ kg/cm}^2$  datado por la relación de la carga de falla y dimensiones del espécimen, en tanto a la edad de los 14 días se manifiesta un valor de  $45.430 \text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días se presencié un valor promedio máximo de rotura de  $51.333 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 22.** Muestra patrón 280 kg/cm<sup>2</sup> + 8% virutas de acero

Resistencia a tracción del concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> + 8% virutas de acero				
Unidad	Carga de falla	T	Promedio del MR	Periodo de vida
MP – 1	24526.00	33.98	36.263	7 días
MP – 2	28654.00	39.76		
MP – 3	25175.00	35.05		
MP – 4	33652.00	46.38	45.430	14 días
MP – 5	31568.00	44.57		
MP – 6	32124.00	45.34		
MP – 7	35621.00	50.16	51.333	28 días
MP – 8	37956.00	53.43		
MP – 9	35653.00	50.41		

Fuente. Elaboración propia

En el grafico 16, se puede apreciar con mucha mayor exactitud como la resistencia a tracción del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 8% virutas de acero, se va desarrollando generando un aumento progresivo de acuerdo de su resistencia de acorde al tiempo de vida, alcanzando un valor máximo de 51.333 kg/cm<sup>2</sup>.



**Gráfico 16.** Muestra patrón + 8% virutas de acero

Fuente. Elaboración propia

En el gráfico 17, se puede estimar el resumen de la resistencia a la tracción del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup>, con y sin virutas de acero, en donde la muestra patrón obtuvo un valor promedio al periodo de los 28 días de 48.34 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto las muestras con incorporación de virutas de acero al 2% ,4% y 8% generaron los siguientes resultados (52.56 kg/cm<sup>2</sup>, 53.26 kg/cm<sup>2</sup> y 51.333 kg/cm<sup>2</sup>) respectivamente, donde se pudo denotar que la adición de virutas de acero mejoran la característica mecánica de la tracción en un valor máximo del 10.18%, sin embargo se vio reflejado que al aplicar el 8% de virutas de acero la resistencia a flexión sufrió un declive generando un valor del 51.33 kg/cm<sup>2</sup>, observando que la resistencia máxima se presenció con el valor del 4% de virutas de acero y a mayor incorporación de esta se originó una reducción sobre la resistencia característica.

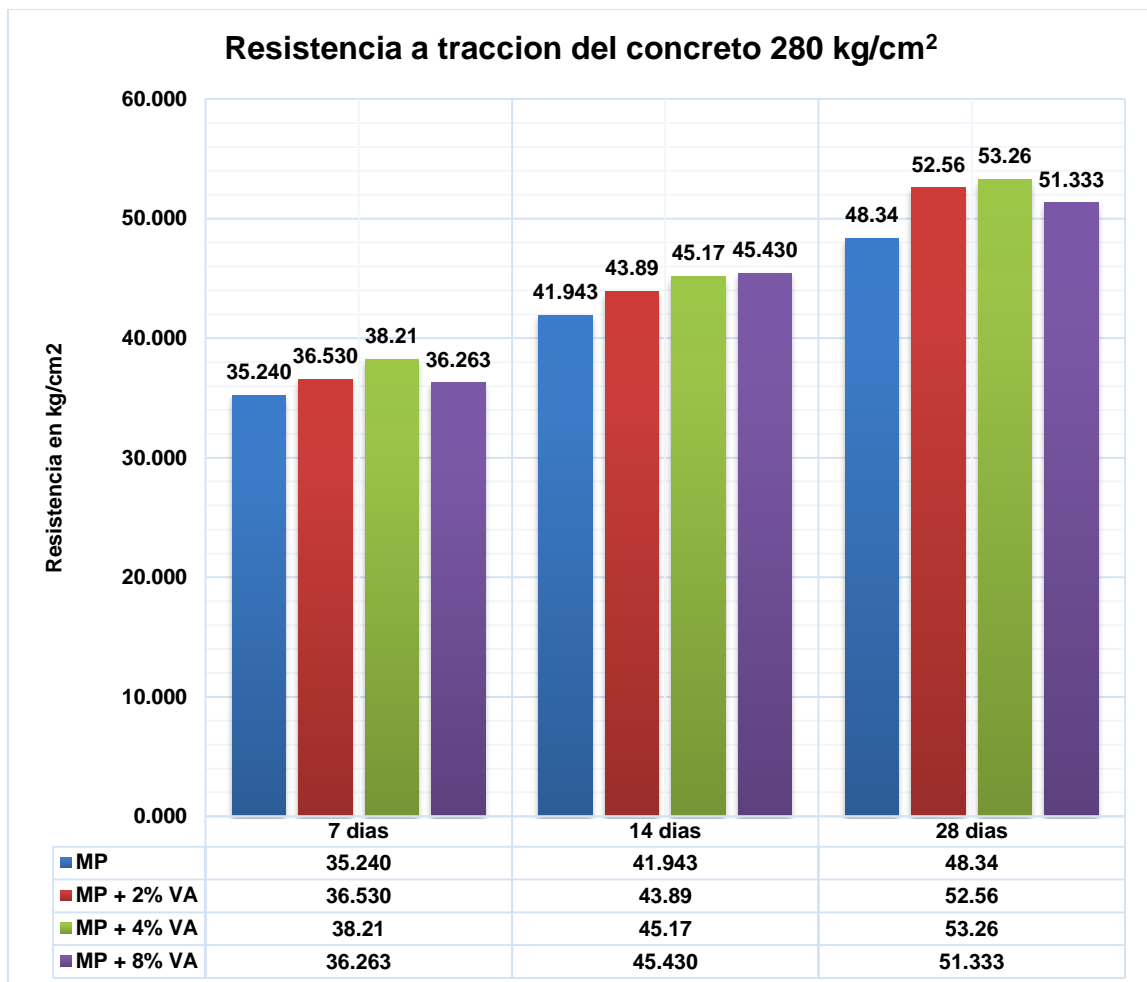


Gráfico 17. Resumen de la resistencia a tracción del concreto

Fuente. Elaboración propia

## Prueba estadística

Para llevar a cabo el análisis estadístico se tomaron en cuenta los siguientes criterios para seleccionar la prueba estadística para la contratación de hipótesis los cuales se detallan en la tabla 23.

**Tabla 23.** *Criterios para seleccionar prueba estadística*

CRITERIOS	
Tipo de estudio	Aplicativo
Nivel de estudio	Explicativo
Diseño de estudio	Experimental
Tipo de variable	Variable Numérica
Comportamiento de datos	Valores finales

Fuente. Elaboración propia

Tomando en cuenta los criterios de la tabla 23 se dedujo que se usará la prueba estadística de análisis de varianza (ANOVA), los datos serán procesados mediante el software Microsoft Excel y el Statistical Package for Social Sciences (SPSS).

## Planteamiento de Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** No existe variación estadística en las medias de los grupos

**H<sub>1</sub>:** Existe variación estadística en las medias de los grupos

## Nivel de significancia

El nivel de significancia será de 5% puesto que es un valor que se utiliza comúnmente.

## Lectura del P-valor y toma de decisión

P-valor  $\geq \alpha$  (Se acepta H<sub>0</sub>)

P-valor  $< \alpha$  (Se acepta H<sub>1</sub>)

## Prueba estadística para los resultados de resistencia a compresión

Para realizar las pruebas estadísticas paramétricas, en este caso el análisis de varianza (ANOVA) se comprobaron si existe una distribución normal, a través de

las pruebas de normalidad, tomando como punto de partida si se cuentan con datos menores a 50 el análisis se realiza con la prueba de Shapiro Wilk.

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene distribución normal mediante las pruebas de normalidad, en este caso se analiza con la prueba de Shapiro Wilk porque se cuenta con menores a 50 datos, como se aprecia en la tabla 24.

**Tabla 24. Prueba de Normalidad**

Prueba de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia compresión	C <sup>o</sup> +0%VA	,288	3	.	,929	3	,484
	C <sup>o</sup> +2%VA	,351	3	.	,828	3	,182
	C <sup>o</sup> +4%VA	,236	3	.	,977	3	,711
	C <sup>o</sup> +8%VA	,313	3	.	,895	3	,368

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia

Luego de poseer todos los datos se realiza la prueba paramétrica de análisis de varianza como se detalla en la tabla 25.

**Tabla 25. Prueba de ANOVA**

ANOVA					
Resistencia compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1731,205	3	577,068	4,334	,043
Dentro de grupos	1065,080	8	133,135		
Total	2796,284	11			

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 25 se puede apreciar que el p-valor es de 0.043 que es menor a 0.05 ( $\alpha$ ), por lo cual se acepta la hipótesis del investigador (H1), que indica que las medias del grupo patrón y de los grupos experimentales son diferentes, es decir existe una varianza estadística significativa.

Para comprobar que existe una diferencia significativa se realiza una post prueba (post-hoc), la cual se denomina la prueba de Tukey (Tabla 26 y 27).



**Tabla 26. Comparación múltiple de los resultados de resistencia a compresión**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia compresión						
HSD Tukey						
Descripción	Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
C <sup>0</sup> +0%VA	C <sup>0</sup> +2%VA	-,82000	9,42107	1,000	-30,9896	29,3496
	C <sup>0</sup> +4%VA	-22,60333	9,42107	,155	-52,7729	7,5663
	C <sup>0</sup> +8%VA	10,39000	9,42107	,698	-19,7796	40,5596
C <sup>0</sup> +2%VA	C <sup>0</sup> +0%VA	,82000	9,42107	1,000	-29,3496	30,9896
	C <sup>0</sup> +4%VA	-21,78333	9,42107	,174	-51,9529	8,3863
	C <sup>0</sup> +8%VA	11,21000	9,42107	,649	-18,9596	41,3796
C <sup>0</sup> +4%VA	C <sup>0</sup> +0%VA	22,60333	9,42107	,155	-7,5663	52,7729
	C <sup>0</sup> +2%VA	21,78333	9,42107	,174	-8,3863	51,9529
	C <sup>0</sup> +8%VA	32,99333*	9,42107	,033	2,8237	63,1629
C <sup>0</sup> +8%VA	C <sup>0</sup> +0%VA	-10,39000	9,42107	,698	-40,5596	19,7796
	C <sup>0</sup> +2%VA	-11,21000	9,42107	,649	-41,3796	18,9596
	C <sup>0</sup> +4%VA	-32,99333*	9,42107	,033	-63,1629	-2,8237

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

Fuente. Elaboración propia

Según los datos de la tabla 26 varios de los valores son menores a 0.05 ( $\alpha$ ), esto quiere decir que existe diferencias significativas, por lo tanto, la media de los grupos no es igual.

**Tabla 27. Sub conjuntos de Tukey**

Resistencia compresión			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
C <sup>0</sup> +8%VA	3	301,9933	
C <sup>0</sup> +0%VA	3	312,3833	312,3833
C <sup>0</sup> +2%VA	3	313,2033	313,2033
C <sup>0</sup> +4%VA	3		334,9867
Sig.		,649	,155

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

Fuente. Elaboración propia

Según la tabla 27 existe diferencias significativas en todos los grupos, ya que el grupo patrón y los grupos experimentales se encuentran ubicadas en distintas columnas.

### Prueba estadística para los resultados de ensayo a flexión

Para realizar las pruebas estadísticas paramétricas, en este caso el análisis de varianza (ANOVA) se comprobaron si existe una distribución normal, a través de las pruebas de normalidad, tomando como punto de partida si se cuentan con datos menores a 50 el análisis se realiza con la prueba de Shapiro Wilk.

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene distribución normal mediante las pruebas de normalidad, en este caso se analiza con la prueba de Shapiro Wilk porque se cuenta con menores a 50 datos, como se aprecia en la tabla 28.

**Tabla 28.** Prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia flexión	C <sup>o</sup> +0%VA	,211	3	.	,991	3	,815
	C <sup>o</sup> +2%VA	,195	3	.	,996	3	,883
	C <sup>o</sup> +4%VA	,230	3	.	,981	3	,737
	C <sup>o</sup> +8%VA	,284	3	.	,934	3	,502

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia

Luego de poseer todos los datos se realiza la prueba paramétrica de análisis de varianza como se detalla en la tabla 29.

**Tabla 29.** Prueba de ANOVA

ANOVA					
Resistencia flexión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	170,797	3	56,932	112,027	,000
Dentro de grupos	4,066	8	,508		
Total	174,862	11			

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 29 se puede apreciar que el p-valor es de 0.000 que es menor a 0.05 ( $\alpha$ ), por lo cual se acepta la hipótesis del investigador (H1), que indica que las medias del grupo patrón y de los grupos experimentales son diferentes, es decir existe una varianza estadística significativa.

Para comprobar que existe una diferencia significativa se realiza una post prueba (post-hoc), la cual se denomina la prueba de Tukey (Tabla 30 y 31).

**Tabla 30.** Comparación múltiple de los resultados de resistencia a flexión

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia flexión						
HSD Tukey						
Descripción	Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
C <sup>o</sup> +0%VA	C <sup>o</sup> +2%VA	-,94667	,58207	,417	-2,8106	,9173
	C <sup>o</sup> +4%VA	-5,09000*	,58207	,000	-6,9540	-3,2260
	C <sup>o</sup> +8%VA	-9,52000*	,58207	,000	-11,3840	-7,6560
C <sup>o</sup> +2%VA	C <sup>o</sup> +0%VA	,94667	,58207	,417	-,9173	2,8106
	C <sup>o</sup> +4%VA	-4,14333*	,58207	,000	-6,0073	-2,2794
	C <sup>o</sup> +8%VA	-8,57333*	,58207	,000	-10,4373	-6,7094
C <sup>o</sup> +4%VA	C <sup>o</sup> +0%VA	5,09000*	,58207	,000	3,2260	6,9540
	C <sup>o</sup> +2%VA	4,14333*	,58207	,000	2,2794	6,0073
	C <sup>o</sup> +8%VA	-4,43000*	,58207	,000	-6,2940	-2,5660
C <sup>o</sup> +8%VA	C <sup>o</sup> +0%VA	9,52000*	,58207	,000	7,6560	11,3840
	C <sup>o</sup> +2%VA	8,57333*	,58207	,000	6,7094	10,4373
	C <sup>o</sup> +4%VA	4,43000*	,58207	,000	2,5660	6,2940

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

Fuente. Elaboración propia

Según los datos de la tabla 31 la mayoría de valores son menores a 0.05 ( $\alpha$ ), esto quiere decir que existe diferencias significativas, por lo tanto, la media de los grupos no es igual.

**Tabla 31. Sub conjuntos de Tukey**

Resistencia flexión				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Descripción	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
C <sup>o</sup> +0%VA	3	32,7133		
C <sup>o</sup> +2%VA	3	33,6600		
C <sup>o</sup> +4%VA	3		37,8033	
C <sup>o</sup> +8%VA	3			42,2333
Sig.		,417	1,000	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.				

Fuente. Elaboración propia

### Prueba estadística para los resultados de ensayo a tracción

Para realizar las pruebas estadísticas paramétricas, en este caso el análisis de varianza (ANOVA) se comprobaron si existe una distribución normal, a través de las pruebas de normalidad, tomando como punto de partida si se cuentan con datos menores a 50 el análisis se realiza con la prueba de Shapiro Wilk.

En la prueba estadística Análisis de Varianza como primer paso se comprueba si tiene distribución normal mediante las pruebas de normalidad, en este caso se analiza con la prueba de Shapiro Wilk porque se cuenta con menores a 50 datos, como se aprecia en la tabla 32.

**Tabla 32. Prueba de Normalidad**

Pruebas de normalidad							
	Descripción	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia Tracción	C <sup>o</sup> +0%VA	,198	3	.	,995	3	,870
	C <sup>o</sup> +2%VA	,270	3	.	,949	3	,563
	C <sup>o</sup> +4%VA	,303	3	.	,909	3	,413
	C <sup>o</sup> +8%VA	,361	3	.	,807	3	,131

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Elaboración propia

Luego de poseer todos los datos se realiza la prueba paramétrica de análisis de varianza como se detalla en la tabla 33.

**Tabla 33. Prueba de ANOVA**

ANOVA					
Resistencia Tracción					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	42,511	3	14,170	1,959	,199
Dentro de grupos	57,860	8	7,232		
Total	100,371	11			

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 33 se puede apreciar que el p-valor es de 0.199 que es mayor a 0.05 ( $\alpha$ ), por lo cual se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), que no existe una varianza estadística significativa entre las medias del grupo patrón y los experimentales.

Para comprobar que no existe una diferencia significativa se realiza una post prueba (post-hoc), la cual se denomina la prueba de Tukey (Tabla 34 y 35).

**Tabla 34. Comparación múltiple de los resultados de resistencia a Tracción**

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Tracción						
HSD de Tukey						
(I) Descripción	(J) Descripción	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
C° +0%VA	C° +2%VA	-4,22000	2,19583	,292	-11,2518	2,8118
	C° +4%VA	-4,92000	2,19583	,192	-11,9518	2,1118
	C° +8%VA	-2,99333	2,19583	,553	-10,0251	4,0385
C° +2%VA	C° +0%VA	4,22000	2,19583	,292	-2,8118	11,2518
	C° +4%VA	-,70000	2,19583	,988	-7,7318	6,3318
	C° +8%VA	1,22667	2,19583	,942	-5,8051	8,2585
C° +4%VA	C° +0%VA	4,92000	2,19583	,192	-2,1118	11,9518
	C° +2%VA	,70000	2,19583	,988	-6,3318	7,7318
	C° +8%VA	1,92667	2,19583	,816	-5,1051	8,9585
C° +8%VA	C° +0%VA	2,99333	2,19583	,553	-4,0385	10,0251
	C° +2%VA	-1,22667	2,19583	,942	-8,2585	5,8051
	C° +4%VA	-1,92667	2,19583	,816	-8,9585	5,1051

Fuente. Elaboración propia

Según los datos de la tabla 31 la mayoría de valores son mayores a 0.05 ( $\alpha$ ), esto quiere decir que no existe diferencias significativas entre las medias de los grupos.

**Tabla 35.** *Sub conjuntos de Tukey*

<b>Tracción</b>		
<b>HSD de Tukey<sup>a</sup></b>		
<b>Descripción</b>	<b>N</b>	<b>Subconjunto para alfa = 0.05</b>
		<b>1</b>
C <sup>o</sup> +0%VA	3	48,3400
C <sup>o</sup> +8%VA	3	51,3333
C <sup>o</sup> +2%VA	3	52,5600
C <sup>o</sup> +4%VA	3	53,2600
<b>Sig.</b>		<b>,192</b>
Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 3,000.		

Fuente. Elaboración propia

De la tabla 31 se aprecia que no existe una varianza significativa debido a que las medias de los grupos se encuentran ubicadas en la misma columna.

## V. DISCUSION

**D1.** Conforme a los datos obtenidos durante la investigación realizada, la aplicación de las virutas de acero influyó en el comportamiento del concreto de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  positivamente, incrementando sus propiedades mecánicas notablemente, así como se pudo observar en los resultados determinados en los ensayos de compresión, flexión y tracción.

Lo mencionado concuerda con (Guzmán Hidalgo Y Garate Labajos, 2019), donde señalan que el añadir virutas de acero en el concreto modifica significativamente la resistencia a la compresión del mismo en proporción al porcentaje que se adiciona de virutas de acero, lo que claramente se pudo observar en los ensayos que realizo el investigador de la presente investigación. Además (Guzmán Hidalgo Y Garate Labajos, 2019), menciona que en cantidades exageradas de viruta de acero la resistencia del concreto disminuye.

**D2.** De acuerdo a los datos recopilados en la presente investigación sobre el ensayo a flexión se observa que la resistencia del concreto se incrementa en proporción al porcentaje de virutas de acero que se adiciona, ya que el concreto  $280 \text{ kg/cm}^2 + 8\%$  de virutas de acero muestra una resistencia de  $42.233 \text{ kg/cm}^2$  mayor al del concreto patrón de  $280 \text{ kg/cm}^2$  la cual posee una resistencia de  $32.713 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de edad, siendo la proporción de 8% la que mejor se desenvuelve entre las demás adiciones, por lo que se afirma que las virutas de acero si aportan a la resistencia del concreto de  $280 \text{ kg/cm}^2$ .

Estos resultados concuerdan con (Alor Suares y Alfaro Paredes, 2021), quienes afirman en su investigación que las virutas de acero si aportan a la resistencia de la flexión, además se observa que el porcentaje de adición de virutas de acero de 10% se desenvuelve mejor que el de 12%, esto puede explicar por qué presenta un mejor desenvolvimiento el adicionado de viruta de acero de 8% en nuestra investigación ya que es más aproximado al de 10% quien obtuvo un valor de  $56.186 \text{ kg/cm}^2$  en su resistencia a la flexión, además los autores mencionan que elaborar un concreto de resistencia  $280 \text{ kg/cm}^2$  con la aplicación de virutas de acero de 10% se llega a disminuir un 3.87% del costo total de la elaboración del concreto de  $280 \text{ kg/cm}^2$ .

**D3.** De acuerdo a los datos que se obtuvieron con el ensayo de compresión se acepta la hipótesis alterna que señala que la adaptación de virutas de acero contribuye notablemente en la resistencia a compresión del concreto en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021, ya que se obtuvo que el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> + 4% de virutas de acero con un valor de 334.987 kg/cm<sup>2</sup> supero al valor del concreto patrón de 280 kg/cm<sup>2</sup> la cual posee una resistencia de 312.383 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad. Lo que coincide con los autores Condori y Palomares (2018), quienes dentro de su investigación denotaron que las propiedades mecánicas de la resistencia a compresión del concreto tras emplear el 3% de las virutas de acero sobre la muestra patrón obtuvieron una resistencia promedio máxima de 327.00 kg/cm<sup>2</sup>, al periodo de los 28 días superando a la resistencia del concreto patrón, afirmando así que las virutas de acero con una longitud de ½” si llegan a influir positivamente, donde se observó una mejora de un 16.79% en la resistencia a la compresión del concreto, lo que se ve reflejado en nuestra investigación ya que al realizar el ensayo a la compresión se observó que mejoro la característica mecánica de compresión un 19.638%.

**D4.** Según a los datos que se obtuvieron con el ensayo de tracción se acepta la hipótesis alterna que señala que la adaptación de virutas de acero aporta considerablemente en la resistencia a tracción del concreto en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021, debido a que en los ensayos realizados por el investigador se obtuvo que el concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> + 4% de virutas de acero muestra una resistencia a la tracción de 53.26 kg/cm<sup>2</sup> mayor al del concreto patrón de 280 kg/cm<sup>2</sup> la cual posee una resistencia a la tracción de 48.34 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad, donde se puede notar que hay una diferencia considerable de manera positiva para el concreto. Lo que concuerda con el autor (Sandoval Unapucha, 2017), ya que en su investigación muestra que el hormigón adicionado con virutas de acero comercial fundido 1.5% a los 28 días de edad obtiene un valor de 30.68 kg/cm<sup>2</sup> y el concreto patrón de 27.58 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando una diferencia notable en los resultados, así mismo el autor (Sandoval Unapucha, 2017), afirma que el añadir las virutas de acero aumentan la resistencia a la tracción alcanzando un 111.1%, así mismo esto se llegó a mostrar en nuestra investigación en los resultados obtenidos en el ensayo a tracción.



## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 1.** Dando respuesta al objetivo general de la presente investigación se concluye que el comportamiento del concreto  $f'c=280.00$  kg/cm<sup>2</sup>, aplicando virutas de acero mejora satisfactoriamente las características mecánicas del concreto.

**Conclusión 2.** Según el objetivo específico 1, se concluye que la aplicación de virutas de acero sobre el concreto  $f'c=280.00$  kg/cm<sup>2</sup>, mejora la resistencia a flexión en un 29.10% aplicando un 8% de virutas de acero, en relación a la muestra patrón.

**Conclusión 3.** Según el objetivo específico 2, se concluye que con la incorporación de virutas de acero al concreto  $f'c=280.00$  kg/cm<sup>2</sup>, mejora las características de compresión, contribuyendo un aporte estructural del 19.638% aplicando el 4% de virutas de acero en relación de una muestra patrón.

**Conclusión 4.** De acuerdo al objetivo específico 3, se concluye que con la aplicación de virutas de acero al concreto  $f'c=280.00$  kg/cm<sup>2</sup>, mejora las características de tracción aportando un aporte estructural del 10.18% aplicando el 4% de virutas de acero, en relación a la muestra patrón.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda emplear mayores dosificaciones de virutas de acero para ver el desenvolvimiento que puede ocasionar sobre los concretos de resistencia 280.00 kg/cm<sup>2</sup>.

Se recomienda tener mayor consideración al momento de seleccionar los agregados de las canteras para contar con un óptimo diseño de mezclas y llegar a la resistencia óptima.

Se recomienda emplear las virutas de aceros sobre las infraestructuras de concreto armado, de alta resistencia, y así elevar los estándares de calidad de las edificaciones.

Se recomienda evaluar otro tipo de resistencias como el 210 kg/cm<sup>2</sup> y 175 kg/cm<sup>2</sup>, para ver el desenvolvimiento que puedan tener tras emplear las virutas de acero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALANI, A.M. y ABOUTALEBI, M., 2013. Propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibra - Un estudio experimental comparativo. [en línea], vol. 7, no. 9, pp. 318-323. Disponible en: <https://bit.ly/3wlda9c>.

ALFEEHAN, A., MOHAMMED, M., JASIM, M., FADEHL, U. y HABEEB, F., 2020. Utilización de desechos metálicos industriales en los paneles de hormigón armado nervados unidireccionales. *Revista Ingenieria de Construccion* [en línea], vol. 35, no. 3, pp. 246-256. ISSN 07185073. DOI 10.4067/S0718-50732020000300246. Disponible en: <https://bit.ly/35w5E55>.

ALOR SUARES, J.S. y ALFARO PAREDES, J.C., 2021. Mejoramiento a la compresión , flexión y tracción del concreto con agregado grueso reciclado , fino natural y virutas de acero para el uso de viviendas en Lima Metropolitana. [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3iU3STh>.

BRIONES PONCE, A.N., ZAMBRANO MACIAS, J.C., MUÑOS MACIAS, J.A., RUIZ PARRGA, W.E. y PANCHANA DE CALDERON, R.A., 2020. Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino. [en línea], pp. 15-22. Disponible en: <https://bit.ly/3zzZf6T>.

CONDORI DE LA PEÑA, E.N. y PALOMARES HURTADO, V.M., 2018. Análisis del comportamiento mecánico del concreto con adición de virutas de acero recicladas para pavimentos rígidos en Lima, 2018. *Ucv* [en línea], pp. 358. Disponible en: <https://bit.ly/3gAd8dP>.

DIAZ HERRERA, C.A. y PEÑARANDA MNGOLLON, B.M., 2020. INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO AL CARBÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE 3000 PSI AL INCORPORARLO COMO ADICIÓN. [en línea], vol. 2507, no. February, pp. 1-9. Disponible en: <https://bit.ly/3q54ozg>.

DUNUWEERA, S.P., 2018. Tipos de cemento, composición, usos y ventajas del nanocemento, Impacto ambiental en la producción de cemento y Soluciones

posibles. [en línea], vol. 2018. Disponible en: <https://bit.ly/35NMkRf>.

DÜZGÜN, O.A., GÜL, R. y AYDIN, A.C., 2005. Efecto de las fibras de acero sobre las propiedades mecánicas del peso ligero natural hormigón agregado. *Materials Letters* [en línea], vol. 59, no. 27, pp. 3357-3363. ISSN 0167577X. DOI 10.1016/j.matlet.2005.05.071. Disponible en: <https://bit.ly/3vHPIYa>.

ESPINOZA PORTAL, E.R., 2018. Resistencia de Concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica. *Desarrollo de la expresión oral a través de títeres con niños de 5 años de la I.E. N° 821067 San Pablo - Cajamarca* [en línea], Disponible en: <https://bit.ly/3cPTGaw>.

FIDIAS G, A., 2012. *EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN 6ta EDICIÓN* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9800785299. Disponible en: <https://bit.ly/3xwsDcl>.

GALAO, O., BAÑÓN, L., BAEZA, F.J., CARMONA, J. y GARCÉS, P., 2016. Hormigón reforzado con fibra de carbono de alta conductividad para la prevención y curación de la formación de hielo. *Materials* [en línea], vol. 9, no. 4, pp. 14. ISSN 19961944. DOI 10.3390/ma9040281. Disponible en: <https://bit.ly/3q5REIX>.

GALES, J., PARKER, T., CREE, D. y GREEN, M., 2016. Comportamiento frente al fuego de agregados sostenibles de concreto reciclado: propiedades mecánicas a temperaturas elevadas y necesidades de investigación actuales. *Fire Technology* [en línea], vol. 52, no. 3, pp. 817-845. ISSN 15728099. DOI 10.1007/s10694-015-0504-z. Disponible en: <https://bit.ly/3iMc2x4>.

GARCIA BADILLO, A., 2008. Mejoramiento del concreto con adición de viruta de acero a porcentajes de 12 y 14 % respecto al agregado fino de la mezcla. *日本乳癌検診学会* [en línea], no. May. Disponible en: <https://bit.ly/3cQxCN8>.

GARCIA JIMENEZ, E., RODRIGUEZ, G. y GIL FLORES, J., 2004. Metodología de la Investigación Cualitativa. *Metología de la investigación cualitativa* [en línea], no. January, pp. 23-36. Disponible en: <https://bit.ly/35yw0U3>.

GOTUZZO, R.P., 2018. Elaboración de diseño para contrastar hipótesis. [en línea], pp. 473. Disponible en: <https://bit.ly/3vAZIST>.

GUEVARA FALLAS, G., HIDALGO MADRIGAL, C., PIZARRO GARCÍA, M.,

RODRÍGUEZ VALENCIANO, I., ROJAS VEGA, L.D. y SEGURA GUZMÁN, G., 2012. Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Revista Tecnología en Marcha* [en línea], vol. 25, no. 2, pp. 80. ISSN 0379-3982. DOI 10.18845/tm.v25i2.1632. Disponible en: <https://bit.ly/3qcf53d>.

GUZMÁN HIDALGO, C.M. y GARATE LABAJOS, M., 2019. *Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 0000000167. Disponible en: <https://bit.ly/3gFkiMA>.

HERNANDEZ, R., 1390. *Metodología de la investigación* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9781456223960. Disponible en: <https://bit.ly/3wQyXv6>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9684229313. Disponible en: <https://bit.ly/3zzjaTn>.

HUAMAN QUISPE, A., 2015. Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio. *Universidad Nacional de Cajamarca* [en línea], pp. 1-56. Disponible en: <https://bit.ly/35xx4Yz>.

HUAQUISTO CACERES, S. y BELIZARIO QUISPE, G., 2018. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Altoandinas, Revista De Investigaciones* [en línea], vol. 20, no. 2, pp. 2-10. Disponible en: <https://bit.ly/3iVs73H>.

IMCYC, 2012. El concreto en la obra: problemas, causas y soluciones. *Concreto reforzado con fibras* [en línea], vol. 13, pp. 67-71. Disponible en: <https://bit.ly/3wDIOFR>.

KHALOO, A., RAISI, E.M., HOSSEINI, P. y TAHSIRI, H., 2014. Comportamiento mecánico del hormigón autocompactante reforzado con fibras de acero. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 51, pp. 179-186. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2013.10.054. Disponible en: <https://bit.ly/3cRLarF>.

LEON, P. y RAMIREZ, F., 2010. Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Revista ingeniería de construcción* [en línea], vol. 25, no. 2, pp. 215-240. DOI 10.4067/s0718-50732010000200003.

Disponible en: <https://bit.ly/3q3xH5v>.

LIU, K., FU, C., XU, P., LI, S. y HUANG, M., 2021. Una mezcla de asfalto inductiva respetuosa con el medio ambiente que comprende acero residual virutas y ferritas de desecho. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 283, no. xxxx, pp. 124639. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.124639. Disponible en: <https://bit.ly/3xBtc4J>.

NRMCA, 2016. El concreto en la practica ¿Que, Por que y como? [en línea], pp. 60. Disponible en: <https://bit.ly/3vHPakV>.

OSIFALA, K.B., SALAU, M.A. y OBIYOMI, T.H., 2017. Efecto de las virutas de acero de desecho sobre la resistencia de la unión entre Refuerzo de hormigón y acero. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea], vol. 251, no. 1, pp. 10. ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/251/1/012080. Disponible en: <https://bit.ly/3gMpYEq>.

PACHECO CRUZADO, G.A., 2016. Resistencia a compresión axial del concreto  $f_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades, upn - 2016. [en línea], pp. 130. Disponible en: <https://bit.ly/3gJ5fBw>.

PALMIERI PANESSO, A., GUZMÁN GUERRERO, A.F. y CANTILLO MAZA, V., 2018. Evaluación de esfuerzos tangenciales y radiales en cilindros de concreto de paredes gruesas sometidos a presión interna. *Evaluation of tangential and radial stresses on thick walled concrete cylinders under internal pressure*. [en línea], vol. 36, no. 1, pp. 58-73. ISSN 21459371. Disponible en: <https://bit.ly/3xuRsW3>.

PERUANA, N.T., 2014. *NTP- 400.037* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://bit.ly/3gKHbOy>.

QUINTERO ORTÍZ, L.A., HERRERA, J., CORZO, L. y GARCÍA, J., 2011. RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y LA POROSIDAD DEL CONCRETO EVALUADA A PARTIR DE PARÁMETROS ULTRASÓNICOS. *Revista ION* [en línea], vol. 24, no. 1, pp. 69-76. ISSN 0120-100X. Disponible en: <https://bit.ly/3gLkrOr>.

RODRÍGUEZ ROSSO, D.A., 2010. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO

MECÁNICO DE ADOQUINES BICAPA DE CONCRETO CON ADICIÓN DE CENIZAS VOLANTES Y VIRUTA DE ACERO COMO REFUERZO. , pp. 109.

RUIZ, A.F., PEÑARANDA, C.J., FUENTES, G. y SEMPRUN, M.D., 2020. Análisis comparativo de resultados en el uso de la ceniza de bagazo de caña de azúcar como material sustituyente del cemento portland en el concreto. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 8-17. ISSN 2216-1864. DOI 10.25213/2216-1872.51. Disponible en: <https://bit.ly/3iT5r42>.

SANDOVAL UNAPUCHA, F.M., 2017. Análisis comparativo de la resistencia a tracción y compresión del hormigón adicionando virutas de acero comercial fundido y el hormigón con fibras de acero comercial. [en línea], pp. 97. Disponible en: <https://bit.ly/3cOubXI>.

SARTA FORERO, H.N. y SILVA RODRÍGUEZ, J.L., 2017. Análisis Comparativo Entre El Concreto Simple Y El Concreto Con Adición De Fibra De Acero Al 4% Y 6%. *Journal of Chemical Information and Modeling* [en línea], vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596. Disponible en: <https://bit.ly/2SGQHdK>.

SILVA TIPANTASIG, L.G., 2014. Comportamiento Del Hormigón Reforzado Con Fibras De Acero Y Su Influencia En Sus Propiedades Mecánicas En El Cantón Ambato, Provincia De Tungurahua. [en línea], pp. 36-63. Disponible en: <https://bit.ly/3wAXowx>.

SOLIS, G., MORENO, I. y ARJONA, E., 2012. Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c. *Alconpat* [en línea], vol. 2, no. Maio-Agosto, pp. 186-199. ISSN 2007-6835. Disponible en: <https://bit.ly/2TLm9aI>.

TAMAYO, M., 2003. *El proceso de la investigación científica* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9681858727. Disponible en: <https://bit.ly/3wFAK6q>.

VARA HORNA, A.A., 2012. 7 Pasos para una tesis exitosa. [en línea], pp. 99-117. Disponible en: <https://bit.ly/3cO622P>.

YOUJIANG, W., 2000. refuerzo de hormigón con fibras recicladas. [en línea], no. November, pp. 314-319. Disponible en: <https://bit.ly/3gCvX03>.





## ANEXOS

### “Análisis del comportamiento mecánico del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ aplicando virutas de acero en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021”

Anexo 1. Tabla de matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>Problema Principal</b></p> <p>¿Cuál es la influencia en el comportamiento mecánico del concreto <math>f'c=280\text{ kg/cm}^2</math> con la aplicación de virutas de acero en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021?</p>	<p><b>Objetivo Principal</b></p> <p>Analizar el comportamiento del concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> con la aplicación de virutas de acero en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.</p>	<p><b>Hipótesis Principal</b></p> <p>La aplicación de virutas de acero concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> influye significativamente en el comportamiento mecánico en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.</p>	<p><b>V. I.</b> Virutas de acero.</p> <p><b>V. D.</b> Comportamiento mecánico del concreto.</p>	<p>Viruta ondulada de 1" y <math>\frac{1}{2}</math>"</p>	<p>Aplicando diferentes porcentajes de viruta de acero de 2%, 4% y 8%</p>	<p><b>Enfoque de Investigación</b> Cuantitativo</p> <p><b>Diseño de Investigación</b> Experimental</p> <p><b>Nivel de Investigación</b> Explicativo</p> <p><b>Tipo de Investigación</b> aplicada</p>
<p><b>Problema Secundario N.º 1</b></p> <p>¿Cuánto aporta la aplicación de virutas de acero al concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> en la resistencia a la flexión en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021?</p>	<p><b>Objetivo Secundario N.º 1</b></p> <p>Determinar el aporte de la aplicación de virutas de acero al concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> en la resistencia a la flexión en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.</p>	<p><b>Hipótesis Secundario N.º 1</b></p> <p>La aplicación de virutas de acero concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> aporta de manera directa en la resistencia a la flexión en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.</p>	<p><b>V. I.</b> Virutas de acero.</p> <p><b>V. D.</b> Comportamiento mecánico del concreto.</p>	<p>Resistencia a la Flexión</p>	<p>A los 28 días hasta llegar al <math>f'c = 40\text{ kg/cm}^2</math></p>	<p><b>Población</b> Para la presente investigación de realizaran concretos <math>f'c=280\text{ kg}</math> sin y con la aplicación de virutas de acero.</p> <p><b>Muestra</b> 09 probetas de concreto patrón, 3 a los 7, 14, 28 días. 09 probetas de concreto con aplicación del 2% de virutas de acero, 3 a los 7, 14, 28 días. 09 probetas de concreto con aplicación del 4% de virutas de acero, 3 a los 7, 14, 28 días. 09 probetas de concreto con aplicación del 8% de virutas de acero, 3 a los 7, 14, 28 días.</p>
<p><b>Problema Secundario N.º 2</b></p> <p>¿Cómo contribuye la aplicación de virutas de acero al concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> en la resistencia a la compresión en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021?</p>	<p><b>Objetivo Secundario N.º 2</b></p> <p>Calcular cuánto contribuye la aplicación de virutas de acero al concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> en la resistencia a la compresión en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.</p>	<p><b>Hipótesis Secundario N.º 2</b></p> <p>La aplicación de virutas de acero concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> contribuye notablemente en la resistencia a la compresión en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.</p>	<p><b>V. I.</b> Virutas de acero.</p> <p><b>V. D.</b> Comportamiento mecánico del concreto.</p>	<p>Resistencia a la Compresión</p>	<p>A los 7,14 y 28 días hasta llegar al <math>f'c = 280\text{ kg/cm}^2</math></p>	<p><b>Técnicas</b> Diseño de mezclas concreto convencional Diseño de mezclas de concreto + virutas de acero Ensayos de laboratorio Análisis de resultados</p>
<p><b>Problema Secundario N.º 3</b></p> <p>¿Cuánto aporta la aplicación de virutas de acero al concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> en la resistencia a la tracción en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021?</p>	<p><b>Objetivo Secundario N.º 3</b></p> <p>Analizar el aporte de la aplicación de virutas de acero al concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> en la resistencia a la tracción en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.</p>	<p><b>Hipótesis Secundario N.º 3</b></p> <p>La aplicación de virutas de acero concreto <math>f'c=280\text{ kg}</math> aporta considerablemente en la resistencia a la tracción en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021.</p>	<p><b>V. I.</b> Virutas de acero.</p> <p><b>V. D.</b> Comportamiento mecánico del concreto.</p>	<p>Resistencia a la tracción</p>	<p>A los 28 días hasta llegar al <math>f'c = 45\text{ kg/cm}^2</math></p>	<p><b>Instrumentos</b> Equipos y herramientas de laboratorio. Software de análisis de datos.</p>

**Anexo 2. Operacionalización de Variables**

*“Análisis del comportamiento mecánico del concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> aplicando virutas de acero en la ciudad de Juliaca – Puno, 2021”*

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Virutas de acero</b>	Según (Briones Ponce et al., 2020), las virutas son el fragmento de materiales residuales es forma de lámina curvada, espiral o en polvo que es extraído en trabajos de cepillado, desbastado o perforaciones sobre metales, esta se suele considerar un residuo de las industrias del metal, estos procedimientos se los realiza con un cepillo de acero u otras herramientas, tales como brocas, torno, limas entre otros.	Se recolectaron las virutas de acero eliminadas como los desechos de las empresas dedicadas al metal mecánica Se limpia y seleccionan los tipos de virutas de acero a emplear. Se procede a efectuar los ensayos correspondientes considerando los indicadores en el laboratorio	Viruta ondulada de 1", 1/2"	% de incorporación	dosificadores	Razón
			Diseño de mezclas	Características de los agregados	Formatos de diseños de mezclas	
<b>Comportamiento mecánico del concreto</b>	Según (Huaman Quispe, 2015), nos dice que el comportamiento mecánico del concreto es el comportamiento de sus propiedades mecánicas: flexión, compresión, tracción y que las propiedades mecánicas del concreto fibro reforzado tienen que ser determinados sobre probetas mediante ensayos establecidos por las normas	Se emplea el ensayo físico al concreto en estado físico. Para luego realizar 50 probetas donde 30 son ensayos de compresión, 10 de tracción y por último de 10 a flexión. Se realiza ensayos de flexión, compresión y tracción indirecta, a las probetas elaboradas.	Resistencia a compresión	adición de 2%, 6% y 10% a los días 7, 14 y 28	Formatos de compresión	Razón
			Resistencia a flexión	adición de 2%, 6% y 10% a los días 7, 14 y 28	Formatos a flexión	
			Resistencia a la tracción	adición de 2%, 6% y 10% a los días 7, 14 y 28	Formatos a tracción	

### Anexo 3. Resultados de laboratorio

## LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.  
**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
 : BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA  
**CANTERA** : CABANILLAS - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)  
 : CABANILLAS - ARENA FINA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA  
**FECHA** : 25 DE JUNIO DEL 2021

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 485.76
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	44.00	5.50	5.50	94.50	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1314.99
N° 16	67.90	8.49	13.99	86.01	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1619.27
N° 30	154.20	19.28	33.26	66.74	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	399.80	49.98	83.24	16.76	Wc+B =	1815
N° 100	119.40	14.93	98.16	1.84	Wc+B-W =	196
N° 200	9.10	1.14	99.30	0.70	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.55$ gr/cm3
FONDO	5.60	0.70	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
SUMA	800.00	100.00			B =	500.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	14.24
Mf = MÓDULO DE FINEZA					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.93$ %

#### PIEDRA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100	A	-Peso de muestra secada al horno = 784.39
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	0	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1314.36
3/4"	532	5.32	5.32	94.68	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1802.79
1/2"	4125	41.25	46.57	53.43	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	2562	25.62	72.19	27.81	Wc+B =	2114
1/4"					Wc+B-W =	312
N° 4	2781	27.81	100.00	0.00	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.57$ gr/cm3
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
SUMA	10000.00	100.00			B =	800.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	15.61
					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 1.99$ %

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU 1

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
 CIP N° 143900

Ing. Eber Eli González Aguilar  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DNI. N° 44796565

## LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.

**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
: BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA

**CANTERA** : CABANILLAS - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)  
: CABANILLAS - ARENA FINA

**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA

**FECHA** : 25 DE JUNIO DEL 2021

### CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	398.90
P.T.M. SECA	386.38
P.TARRO	38.42
P AGUA	12.52
P.S.SECO	347.96
% HUMEDAD	3.60

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	314.10
P.T.M. SECA	310.01
P.TARRO	36.88
P AGUA	4.09
P.S.SECO	273.13
% HUMEDAD	1.50

### PESOS UNITARIOS

#### AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9440	5970	2138	1623
9445	5970	2138	1625
9470	5970	2138	1637
			1629

#### AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12556	7965	3226	1423
12535	7965	3226	1417
12528	7965	3226	1414
			1418

#### VARRILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9635	5970	2138	1714
9640	5970	2138	1717
9640	5970	2138	1717
			1716

#### VARRILLADO

PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12850	7965	3226	1514
12885	7965	3226	1525
12855	7965	3226	1516
			1518

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU 1

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
CIP N°143900

*Eber El González Aguilar*  
Téc. Eber El González Aguilar  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
DNI. N° 44796665

## LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



### DISEÑO DE MEZCLA F'c = 280 Kg./cm.²

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.

**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
: BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA

**CANTERA** : CABANILLAS - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)  
: CABANILLAS - ARENA FINA

**UBICACIÓN** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA

**FECHA** : 25 DE JUNIO DEL 2021

#### PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74  
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = 280 Kg./cm.² a los 28 días entonces la resistencia promedio F'cr = 364 Kg./cm.²

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 3/4" (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

#### RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.57	2.55
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1518	1716
P.U. Suelto	1418	1629
% de Absorción	1.99	2.93
% de Humedad Natural	1.50	3.60
Modulo de Fineza	-	2.34

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 3/4" (19.05mm)
- 3, Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: 205 Lt/m3
- 4, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: 0.56

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU I

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
CIP N°143900

Téc. Eber Eli González Aguilar  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
DNI. N° 44796666

5, De acuerdo a la información obtenida en los ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$( 205 \text{ Lt/m}^3 ) / ( 0.56 ) = 366 \text{ Kg/m}^3$$

6, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 2.34 el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de 1518.3 Kg/m<sup>3</sup> y un agregado grueso con tamaño máximo nominal 3/4" (19.05mm) se recomienda el uso de 0.666 m<sup>3</sup> de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$( 0.6659 ) * ( 1518 ) = 1011 \text{ Kg/m}^3$$

7, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m<sup>3</sup> de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= ( 205 ) / ( 1000 )	= 0.205
Volúmen absoluto de cemento	= ( 366 ) / ( 2.88 * 1000 )	= 0.127
Volúmen absoluto de agregado grueso	= ( 1011 ) / ( 2.57 * 1000 )	= 0.394
Volúmen de aire atrapado	= ( 2.0 ) / ( 100 )	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.746

Volúmen absoluto de arena

Por tanto el peso requerido de arena seca será de: = ( 1.000 - 0.746 ) = 0.254 m<sup>3</sup>

$$( 0.254 ) * ( 2.55 ) * 1000 = 649 \text{ Kg/m}^3$$

8, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

Agregado grueso húmedo ( 1011 ) \* ( 1.0149746 ) = 1026 Kg.  
 Agregado Fino húmedo ( 649 ) \* ( 1.0360 ) = 673 Kg.

9, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 1011 * ( \frac{1.50 - 1.99}{100} ) - 649 ( \frac{3.60 - 2.93}{100} ) = 206$$

**DOSIFICACIÓN**

AGREGADO	DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACIÓN EN PESO HÚMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )	PROPORCIÓN EN VOLUMEN PESO HÚMEDO
Cemento	366	1.00	366	1.00
Agua	205	0.56	206	0.56
Agreg. Grueso	1011	2.76	1026	2.80
Agreg. Fino	649	1.77	673	1.84
Aire	2.0 %		2.0 %	

**8.61 BOLSAS / m<sup>3</sup> DE CEMENTO**

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU 1

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
 CIP N° 143900

Téc. Eber Eli González Aguilar  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DNI. N° 44796566

**DOSIFICACIÓN POR PESO:**

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	78.10 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	119.13 Kg.
Agua efectiva	:	23.88 Kg.

**DOSIFICACIÓN POR TANDAS:**

Para Mezcladora de 9 pies<sup>3</sup>

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 1.69 p3 de Arena	1.7 p3 de Arena
- 2.97 p3 de Piedra chancada	3.0 p3 de Piedra chancada
- 24 Lt de Agua	24 Lt de Agua

**RECOMENDACIONES**

\* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

**OBSERVACIONES:**

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU 1  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
CIP N° 143900

*E. U. A.*  
Téc. Eber Eli González Aguilar  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
DNI. N° 44796668

# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33)

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.

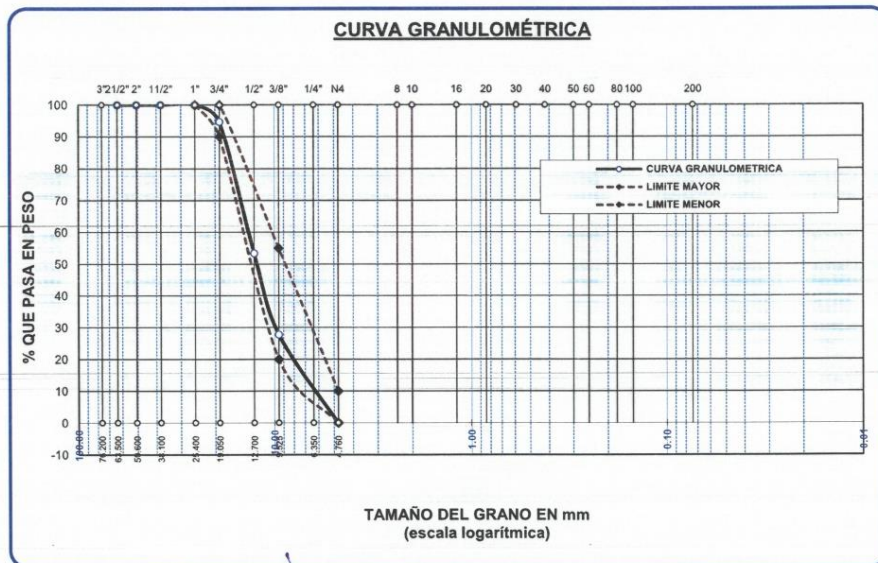
**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
: BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA

**CANTERA** : CABANILLAS - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)  
: CABANILLAS - ARENA FINA

**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA

**FECHA** : 25 DE JUNIO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. HUSO 6	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 10000 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
3/4"	19.050	532.00	5.32	5.32	94.68	90 - 100 %	
1/2"	12.700	4125.00	41.25	46.57	53.43	20 - 55 %	
3/8"	9.525	2562.00	25.62	72.19	27.81		
1/4"	6.350						
No4	4.760	2781.00	27.81	100.00	0.00	0 - 10 %	
BASE		0.00	0.00	0.0	100.0		
TOTAL		10000.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU 1

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
 CIP. N° 143900

*E. Eder*  
 Téc. Eder Eli González Aguilar  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DNI. N° 44796666



# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33)

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.

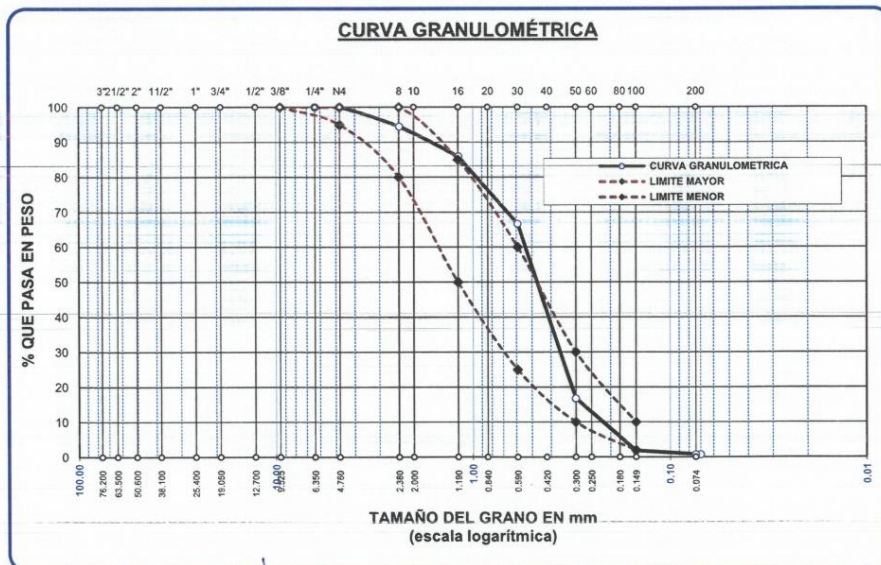
**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
: BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA

**CANTERA** : CABANILLAS - AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA)  
: CABANILLAS - ARENA FINA

**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA

**FECHA** : 25 DE JUNIO DEL 2021

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 800 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 2.34
No8	2.380	44.00	5.50	5.50	94.50		
No10	2.000						
No16	1.190	67.90	8.49	13.99	86.01	50 - 85 %	
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	154.20	19.28	33.26	66.74		
No40	0.420					10 - 30 %	
No 50	0.300	399.80	49.98	83.24	16.76		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	119.40	14.93	98.16	1.84	2-10%	
No200	0.074	9.10	1.14	99.30	0.70		
BASE		5.60	0.70	100	0.00		
TOTAL		800.00	100.00				
% PERDIDA		0.70					



CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU 1

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
CIP N° 143900

Téc. Eber Eli Gonzales Aguilar  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
DNI. N° 44796665

# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MTC E 704 / NTP 339.034

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.  
**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
 : BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA  
**FECHA** : 26 DE JULIO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.92 x 30.0 cm	38564	14.92	174.83	220.58	280	26/06/2021	03/07/2021	7	78.78%
	PATRON									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.11 x 30.0 cm	39698	15.11	179.32	221.38	280	26/06/2021	03/07/2021	7	79.06%
	PATRON									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	40426	15.02	177.19	228.15	280	26/06/2021	03/07/2021	7	81.48%
	PATRON									
4	PROBETA DE PRUEBA 14.90 x 30.0 cm	37632	14.90	174.37	215.82	280	26/06/2021	03/07/2021	7	77.08%
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)									
5	PROBETA DE PRUEBA 15.09 x 30.0 cm	38706	15.09	178.84	216.43	280	26/06/2021	03/07/2021	7	77.29%
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)									
6	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm	38610	14.98	176.24	219.08	280	26/06/2021	03/07/2021	7	78.24%
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)									
7	PROBETA DE PRUEBA 15.07 x 30.0 cm	40293	15.07	178.37	225.89	280	26/06/2021	03/07/2021	7	80.68%
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)									
8	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm	40426	14.96	175.77	229.99	280	26/06/2021	03/07/2021	7	82.14%
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)									
9	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm	38660	14.96	175.77	219.95	280	26/06/2021	03/07/2021	7	78.55%
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)									
10	PROBETA DE PRUEBA 14.92 x 30.0 cm	37983	14.92	174.83	217.26	280	26/06/2021	03/07/2021	7	77.59%
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)									
11	PROBETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm	36091	15.08	178.6	202.08	280	26/06/2021	03/07/2021	7	72.17%
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)									
12	PROBETA DE PRUEBA 15.11 x 30.0 cm	38811	15.11	179.32	216.43	280	26/06/2021	03/07/2021	7	77.30%
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)									

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU I

ESPECIALISTAS EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
 CIP N°143900

*E. E. Aguilar*  
 Téc. Eber Eli González Aguilar  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DNI N° 44796668

# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MTC E 704 / NTP 339.034

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.  
**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
 : BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA  
**FECHA** : 26 DE JULIO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.90 x 30.0 cm	52697	14.90	174.37	302.21	280	26/06/2021	24/07/2021	28	107.93%
	PATRON									
2	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm	55401	14.96	175.77	315.19	280	26/06/2021	24/07/2021	28	112.57%
	PATRON									
3	PROBETA DE PRUEBA 15.16 x 30.0 cm	57715	15.16	180.5	319.75	280	26/06/2021	24/07/2021	28	114.20%
	PATRON									
4	PROBETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm	55199	15.10	179.08	308.24	280	26/06/2021	24/07/2021	28	110.08%
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)									
5	PROBETA DE PRUEBA 15.04 x 30.0 cm	54412	15.04	177.66	306.27	280	26/06/2021	24/07/2021	28	109.38%
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)									
6	PROBETA DE PRUEBA 14.90 x 30.0 cm	56688	14.90	174.37	325.10	280	26/06/2021	24/07/2021	28	116.11%
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)									
7	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm	59357	14.96	175.77	337.70	280	26/06/2021	24/07/2021	28	120.61%
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)									
8	PROBETA DE PRUEBA 15.13 x 30.0 cm	62756	15.13	179.79	349.05	280	26/06/2021	24/07/2021	28	124.66%
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)									
9	PROBETA DE PRUEBA 15.17 x 30.0 cm	57513	15.17	180.74	318.21	280	26/06/2021	24/07/2021	28	113.65%
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)									
10	PROBETA DE PRUEBA 15.10 x 30.0 cm	55435	15.10	179.08	309.55	280	26/06/2021	24/07/2021	28	110.56%
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)									
11	PROBETA DE PRUEBA 15.20 x 30.0 cm	52750	15.20	181.46	290.70	280	26/06/2021	24/07/2021	28	103.82%
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)									
12	PROBETA DE PRUEBA 14.92 x 30.0 cm	53451	14.92	174.83	305.73	280	26/06/2021	24/07/2021	28	109.19%
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)									

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU I

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
 CIP N°143900

Tec. Eber Eli González Aguilar  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DNI. N° 44796665

# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MTC E 704 / NTP 339.034

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.

**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
: BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA

**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA

**FECHA** : 26 DE JULIO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.16 x 30.0 cm	44724	15.16	180.5	247.78	280	26/06/2021	10/07/2021	14	88.49%
	PATRON									
2	PROBETA DE PRUEBA 15.01 x 30.0 cm	42999	15.01	176.95	243.00	280	26/06/2021	10/07/2021	14	86.79%
	PATRON									
3	PROBETA DE PRUEBA 14.93 x 30.0 cm	43299	14.93	175.07	247.32	280	26/06/2021	10/07/2021	14	88.33%
	PATRON									
4	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm	44595	14.95	175.54	254.05	280	26/06/2021	10/07/2021	14	90.73%
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)									
5	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm	45157	15.00	176.71	255.54	280	26/06/2021	10/07/2021	14	91.26%
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)									
6	PROBETA DE PRUEBA 15.09 x 30.0 cm	41930	15.09	178.84	234.46	280	26/06/2021	10/07/2021	14	83.74%
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)									
7	PROBETA DE PRUEBA 15.16 x 30.0 cm	45554	15.16	180.5	252.38	280	26/06/2021	10/07/2021	14	90.13%
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)									
8	PROBETA DE PRUEBA 15.18 x 30.0 cm	47952	15.18	180.98	264.96	280	26/06/2021	10/07/2021	14	94.63%
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)									
9	PROBETA DE PRUEBA 15.02 x 30.0 cm	42951	15.02	177.19	242.40	280	26/06/2021	10/07/2021	14	86.57%
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)									
10	PROBETA DE PRUEBA 15.03 x 30.0 cm	44223	15.03	177.42	249.26	280	26/06/2021	10/07/2021	14	89.02%
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)									
11	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm	41807	15.00	176.71	236.58	280	26/06/2021	10/07/2021	14	84.49%
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)									
12	PROBETA DE PRUEBA 14.90 x 30.0 cm	42368	14.90	174.37	242.98	280	26/06/2021	10/07/2021	14	86.78%
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)									

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU I  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
 CIP N° 143900

Téc. Eber Eli González Aguilar  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DNI. N° 44796665

# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

MTC E 709 / NORMA ASTM C 78

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.

**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
: BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA

**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA

**FECHA** : 26 DE JULIO DEL 2021

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DIAMETRO (cm)		PERALTE (cm)		PROMEDIO		DIST. ENTRE APOYOS (cm)	LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm2
					b1	b2	h1	h2	b (cm)	h (cm)			
1	PATRON	26/06/2021	03/07/2021	7	15.11	15.20	15.16	15.11	15.15	15.13	30.00	3380	29.24
2	PATRON	26/06/2021	03/07/2021	7	15.20	15.25	15.19	15.14	15.12	15.19	30.00	3220	27.69
3	PATRON	26/06/2021	03/07/2021	7	15.24	15.12	15.15	15.10	15.21	15.22	30.00	3315	28.23
4	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	03/07/2021	7	15.14	15.16	15.25	15.21	15.16	15.10	30.00	3670	31.85
5	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	03/07/2021	7	15.11	15.22	15.15	15.15	15.19	15.14	30.00	3890	33.52
6	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	03/07/2021	7	15.22	15.19	15.11	15.19	15.20	15.13	30.00	3762	32.44
7	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	03/07/2021	7	15.25	15.18	15.22	15.20	15.10	15.12	30.00	4000	34.76
8	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	03/07/2021	7	15.20	15.20	15.12	15.10	15.17	15.17	30.00	3860	33.17
9	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	03/07/2021	7	15.24	15.19	15.17	15.17	15.25	15.10	30.00	3896	33.61
10	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	03/07/2021	7	15.23	15.25	15.18	15.20	15.19	15.12	30.00	4440	38.36
11	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	03/07/2021	7	15.16	15.12	15.20	15.18	15.20	15.10	30.00	4290	37.13
12	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	03/07/2021	7	15.23	15.23	15.13	15.17	15.18	15.15	30.00	4165	35.86

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU 1

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
CIP N° 143900

Tic. Eber Eli González Aguilar  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
DNI. N° 44796668

# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

MTC E 709 / NORMA ASTM C 78

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.

**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
: BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA

**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA

**FECHA** : 26 DE JULIO DEL 2021

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DIAMETRO (cm)		PERALTE (cm)		PROMEDIO		DIST. ENTRE APOYOS (cm)	LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm2
					b1	b2	h1	h2	b (cm)	h (cm)			
1	PATRON	26/06/2021	10/07/2021	14	15.18	15.18	15.10	15.21	15.19	15.25	30.00	3480	29.55
2	PATRON	26/06/2021	10/07/2021	14	15.19	15.22	15.10	15.11	15.18	15.21	30.00	3580	30.58
3	PATRON	26/06/2021	10/07/2021	14	15.23	15.10	15.25	15.12	15.14	15.11	30.00	3415	29.64
4	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	10/07/2021	14	15.22	15.10	15.15	15.23	15.18	15.16	30.00	3920	33.71
5	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	10/07/2021	14	15.22	15.10	15.14	15.14	15.23	15.17	30.00	3810	32.61
6	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	10/07/2021	14	15.15	15.20	15.18	15.19	15.17	15.23	30.00	3865	32.95
7	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	10/07/2021	14	15.14	15.17	15.17	15.17	15.19	15.13	30.00	4220	36.41
8	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	10/07/2021	14	15.24	15.13	15.12	15.22	15.24	15.24	30.00	4180	35.43
9	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	10/07/2021	14	15.15	15.16	15.17	15.13	15.25	15.20	30.00	4265	36.31
10	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	10/07/2021	14	15.24	15.13	15.18	15.16	15.17	15.15	30.00	4540	39.12
11	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	10/07/2021	14	15.13	15.25	15.14	15.24	15.18	15.13	30.00	4690	40.49
12	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	10/07/2021	14	15.11	15.21	15.16	15.18	15.10	15.19	30.00	4469	38.48

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU 1

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
CIP N° 143900

Ing. Eber Eli González Aguilar  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
DNI. N° 44796665

# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

MTC E 709 / NORMA ASTM C 78

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.

**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
: BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA

**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA

**FECHA** : 26 DE JULIO DEL 2021

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DIAMETRO (cm)		PERALTE (cm)		PROMEDIO		DIST. ENTRE APOYOS (cm)	LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm2
					b1	b2	h1	h2	b (cm)	h (cm)			
1	PATRON	26/06/2021	24/07/2021	28	15.12	15.23	15.14	15.11	15.19	15.19	30.00	3730	31.93
2	PATRON	26/06/2021	24/07/2021	28	15.21	15.17	15.21	15.11	15.20	15.10	30.00	3880	33.59
3	PATRON	26/06/2021	24/07/2021	28	15.11	15.17	15.23	15.19	15.21	15.21	30.00	3826	32.62
4	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	24/07/2021	28	15.24	15.25	15.16	15.11	15.19	15.15	30.00	3960	34.07
5	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	24/07/2021	28	15.20	15.11	15.19	15.24	15.15	15.12	30.00	3890	33.69
6	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	24/07/2021	28	15.15	15.22	15.15	15.11	15.11	15.16	30.00	3845	33.22
7	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	24/07/2021	28	15.10	15.24	15.17	15.19	15.14	15.25	30.00	4360	37.15
8	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	24/07/2021	28	15.15	15.11	15.13	15.12	15.24	15.23	30.00	4520	38.36
9	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	24/07/2021	28	15.10	15.15	15.25	15.23	15.21	15.25	30.00	4469	37.90
10	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	24/07/2021	28	15.23	15.19	15.16	15.15	15.21	15.16	30.00	4890	41.97
11	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	24/07/2021	28	15.10	15.14	15.10	15.16	15.14	15.17	30.00	5020	43.22
12	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)	26/06/2021	24/07/2021	28	15.17	15.17	15.13	15.16	15.25	15.17	30.00	4856	41.51

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU I

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
CIP N° 143900

*E. u. g.*  
Téc. Eber Eli González Aguilar  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
DNI. N° 44796565

# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

MTC E 708 / NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'c=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO  
EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.

**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
: BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA

**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA  
**FECHA** : 26 DE JULIO DEL 2021

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm2	N/mm2	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.13 x 30.56	15.13	30.56	24526.0	33.77	3.31	26/06/2021	03/07/2021	7
	PATRON								
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.27	15.04	30.27	27546.0	38.52	3.78	26/06/2021	03/07/2021	7
	PATRON								
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.44	15.00	30.44	26125.0	36.43	3.57	26/06/2021	03/07/2021	7
	PATRON								
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.20	15.00	30.20	25659.0	36.06	3.54	26/06/2021	03/07/2021	7
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)								
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.91 x 30.04	14.91	30.04	26859.0	38.18	3.74	26/06/2021	03/07/2021	7
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)								
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.36	14.94	30.36	25185.0	35.35	3.47	26/06/2021	03/07/2021	7
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)								
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.15 x 30.41	15.15	30.41	27526.0	38.04	3.73	26/06/2021	03/07/2021	7
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)								
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.16 x 30.46	15.16	30.46	28659.0	39.51	3.87	26/06/2021	03/07/2021	7
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)								
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.91 x 30.19	14.91	30.19	26215.0	37.08	3.64	26/06/2021	03/07/2021	7
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)								
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.51	15.06	30.51	24526.0	33.98	3.33	26/06/2021	03/07/2021	7
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)								
11	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.38	15.10	30.38	28654.0	39.76	3.90	26/06/2021	03/07/2021	7
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)								
12	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.40	15.04	30.40	25175.0	35.05	3.44	26/06/2021	03/07/2021	7
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)								

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU I

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
CIP N°143900

Téc. Eber Eli Gonzáles Aguilar  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
DNI N° 44796666



# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

MTC E 708 / NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO  
EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.

**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
: BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA

**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA

**FECHA** : 26 DE JULIO DEL 2021

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA $\sigma_t$	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm2	N/mm2	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.93 x 30.04	14.93	30.04	30125.0	42.76	4.19	26/06/2021	10/07/2021	14
	PATRON								
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.60	15.03	30.60	31265.0	43.28	4.24	26/06/2021	10/07/2021	14
	PATRON								
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.25	15.10	30.25	28548.0	39.79	3.90	26/06/2021	10/07/2021	14
	PATRON								
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.14 x 30.49	15.14	30.49	32625.0	44.99	4.41	26/06/2021	10/07/2021	14
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)								
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.11 x 30.35	15.11	30.35	31256.0	43.39	4.26	26/06/2021	10/07/2021	14
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)								
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.95 x 30.48	14.95	30.48	30985.0	43.29	4.25	26/06/2021	10/07/2021	14
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)								
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.29	14.94	30.29	30865.0	43.42	4.26	26/06/2021	10/07/2021	14
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)								
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.09 x 30.43	15.09	30.43	33264.0	46.12	4.52	26/06/2021	10/07/2021	14
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)								
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.95 x 30.16	14.95	30.16	32562.0	45.97	4.51	26/06/2021	10/07/2021	14
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)								
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.17 x 30.45	15.17	30.45	33652.0	46.38	4.55	26/06/2021	10/07/2021	14
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)								
11	BRIQUETA DE PRUEBA 14.93 x 30.20	14.93	30.20	31568.0	44.57	4.37	26/06/2021	10/07/2021	14
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)								
12	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.15	14.96	30.15	32124.0	45.34	4.45	26/06/2021	10/07/2021	14
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)								

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU 1

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
CIP N°143900

Téc. Eber Eli González Aguilar  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
DNI N° 44796668

# LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

MTC E 708 / NTP 339.084 / ASTM C 496

**PROYECTO** : ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2 APLICANDO VIRUTAS DE ACERO EN LA CIUDAD DE JULIACA – PUNO, 2021.  
**SOLICITANTE** : BACH. ING. WILBER CHAMBI PAREDES  
 : BACH. ING. ABEL GUTIERREZ ZAPANA  
**LUGAR** : LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS - JULIACA  
**FECHA** : 26 DE JULIO DEL 2021

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA Øt	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA Øt	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm2	N/mm2	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.45	15.00	30.45	36954.0	51.51	5.05	26/06/2021	24/07/2021	28
	PATRON								
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30.50	15.01	30.50	32653.0	45.41	4.45	26/06/2021	24/07/2021	28
	PATRON								
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.14 x 30.33	15.14	30.33	34695.0	48.10	4.72	26/06/2021	24/07/2021	28
	PATRON								
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.06	14.96	30.06	35696.0	50.53	4.96	26/06/2021	24/07/2021	28
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)								
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.05 x 30.46	15.05	30.46	39765.0	55.22	5.42	26/06/2021	24/07/2021	28
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)								
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.04	15.08	30.04	36954.0	51.93	5.09	26/06/2021	24/07/2021	28
	ADICION 2 % (VIRUTA DE ACERO)								
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.43	15.03	30.43	36452.0	50.74	4.98	26/06/2021	24/07/2021	28
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)								
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.15 x 30.47	15.15	30.47	41265.0	56.91	5.58	26/06/2021	24/07/2021	28
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)								
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.07 x 30.42	15.07	30.42	37542.0	52.13	5.11	26/06/2021	24/07/2021	28
	ADICION 4 % (VIRUTA DE ACERO)								
10	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.22	14.96	30.22	35621.0	50.16	4.92	26/06/2021	24/07/2021	28
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)								
11	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.09	15.03	30.09	37956.0	53.43	5.24	26/06/2021	24/07/2021	28
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)								
12	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.02	15.00	30.02	35653.0	50.41	4.94	26/06/2021	24/07/2021	28
	ADICION 8 % (VIRUTA DE ACERO)								

CONSORCIO SUPERVISOR VIAL PERU 1

ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ING. LUIS ALBERTO MAMANI MAMANI  
 CIP N°143900

Téc. Eber Eli González Aguilar  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 DNI. N° 44786568