

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA**
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS:

**Comportamiento del esfuerzo de compresión del concreto $f'_c = 210$
kg/cm² con incorporación de virutas de metal, Ayacucho - 2024**

Para obtener el título profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

PRESENTADO POR:

Bach. Nerio CHICNES QUISPE

ASESOR:

Ing. Vance Giorgio FERNÁNDEZ HUAMÁN

AYACUCHO - PERÚ

2024

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres, Lucas y Cedula y hermanos por ser los pilares de mi vida, hicieron su esfuerzo para alcanzar mis sueños, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto se merecen esto y mucho más.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, en particular a la Escuela de Ingeniería Agrícola por haberme permitido formarme en ella como profesional.

A los profesores en general de la destacada Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, que me guiaron y compartieron sus saberes y valores, durante mi proceso de aprendizaje profesional.

A la Empresa HHC Ingenieros Asociados SAC. Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, por haberme permitido realizar mis ensayos de laboratorio.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	xii
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN.....	2
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
CAPÍTULO I.....	5
MARCO TEÓRICO	5
1.1. Antecedentes	5
1.1.1. Antecedente internacional	5
1.1.2. Antecedente nacional, regional y local	8
1.2. El concreto	11
1.2.1. Elementos que componen el concreto	12
1.3. Tipos de concreto	13
1.4. Trabajabilidad	14
1.5. Durabilidad	14
1.6. Cemento portland.....	14
1.7. Definición del clinker	14
1.8. Tipos de cemento portland.....	15
1.9. El agua	15
1.10. Agregados	17
1.10.1. Agregados finos	18
1.10.2. Agregado grueso	20
1.11. Tamaños máximos	22
1.12. Tamaños máximos nominales.....	22
1.13. Dosificación de componentes de concreto.....	22

1.14. Características más importantes del concreto fresco	23
1.15. Características mecánicas del concreto.....	24
1.15.1. La resistencia a la compresión	24
1.16. El curado de concreto	25
1.17. El concreto reforzado por fibras	25
1.18. Virutas de metal	27
1.19. Tipos de virutas de metal	27
1.19.1. Viruta fragmentada.....	28
1.19.2. Viruta continua.....	28
1.19.3. Viruta segmentada.....	29
1.19.4. Ventajas del uso de virutas de metal	30
1.19.5. Aceptación de las virutas de metal.....	30
CAPÍTULO II.....	31
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
2.1. Descripción general	31
2.1.1. Zona de estudio	31
2.1.2. Ubicación política	31
2.2. Ubicación de cantera.....	32
2.2.1. La ubicación geográfica de cantera.....	33
2.3. Materiales y metodologías	33
2.3.1. Materiales de escritorio	33
2.3.2. Materiales de campo	33
2.4. Los procedimientos técnicos.....	34
2.4.1. El enfoque.	34
2.4.2. Nivel de investigación.....	34
2.4.3. El diseño de la investigación.....	34
2.5. La población y la muestra	35
2.5.1. La población.....	35
2.5.2. Muestra.....	35
2.6. Los instrumentos para recopilación de datos	36
2.7. Técnicas de recolección de información.....	36
2.8. Variables	36

2.8.1. Operacionalizaciones de variables	36
2.9. Indicadores	37
2.9.1. Indicadores independientes	37
2.9.2. Indicadores dependientes	37
2.10. Tratamiento de virutas metálicas	37
2.11. Ensayos realizados en laboratorio para los agregados	39
2.11.1. Ensayo de contenido de humedad de los agregados	40
2.11.2. Ensayo granulométrico de los agregados	41
2.11.3. Ensayo de peso unitario suelto de los agregados	45
2.11.4. Ensayo de peso unitario compactado de los agregados	47
2.11.4. Ensayo de peso específico y absorción de agregados.	49
2.12. Diseño de concreto con cemento tipo I.....	53
2.12.1. Determinación de resistencia promedio	53
2.12.2. El Tamaño máximo nominal	54
2.12.3. Asentamiento.....	54
2.12.4. Volumen unitario del agua de diseño.....	54
2.12.5. Porcentaje de aire atrapado	55
2.12.6. Determinación de relación agua cemento	56
2.12.7. Determinación del factor cemento	57
2.12.8. Determinación de volúmenes absolutos.....	57
2.13. Elaboración de probetas	59
2.13.1. Los equipos utilizados	59
2.13.2. Procedimiento	60
2.14. Desmolde y curado de los testigos.....	61
2.15. Ensayo de la consistencia o "slump"	62
2.15.1. Procedimientos	62
2.16. Ensayo a resistencia a compresión.....	63
CAPÍTULO III	65
RESULTADOS Y DISCUCIONES.....	65
3.1. Resultados.....	65
3.1.1. Resultados de granulometría de los agregados	65
3.1.2. Resultado de peso específico y absorción.....	68

3.1.3 Resultado de contenido de humedad.....	69
3.1.4. Resultado de ensayo de peso unitario	70
3.1.6. Resultados de la rotura de concreto.....	72
3.1.7. Contrastaciones de la hipótesis	81
3.2. Discusiones	88
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES	91
REFERENCIAS – BIBLIOGRÁFICAS	92
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Cumplimiento de agua para mezcla	16
Tabla 2	Limitaciones en las partículas del tamaño de agregado fino	19
Tabla 3	Consistencia y trabajabilidad según el asentamiento	24
Tabla 4	La población y muestra que son estudiados	35
Tabla 5	Operacionalización de variables	37
Tabla 6	La masa mínima de la muestra para prueba	41
Tabla 7	Resistencia promedio a la compresión.	53
Tabla 8	Consistencia de mezcla.....	54
Tabla 9	Volumen unitario de agua.	55
Tabla 10	Contenido de aire retenido.....	56
Tabla 11	Relación agua cemento en función de la resistencia	56
Tabla 12	Componentes por m ³ de concreto	57
Tabla 13	Resumen de componentes para una bolsa de cemento	58
Tabla 14	Dosificaciones con virutas de metal para 1 m ³ de concreto.....	58
Tabla 15	Dosificación con virutas de metal para una bolsa de cemento	59
Tabla 16	Resultado de granulometría de agregado fino	65
Tabla 17	Resultado de granulometría de agregado grueso	66
Tabla 18	Resultado de específico y grado de absorción de agregado fino	68
Tabla 19	Resultado de peso específico y grado de absorción de agregado grueso	68
Tabla 20	Resultado de contenido de humedad para agregados fino.....	69
Tabla 21	Resultado de contenido de humedad para agregados grueso	69
Tabla 22	Resultado de peso unitario suelto para agregado fino	70
Tabla 23	Resultado de peso unitario suelto para agregado grueso	70
Tabla 24	Resultado de peso unitario compactado de agregado fino	71
Tabla 25	Resultado de peso unitario compactado de agregado grueso	71
Tabla 26	Resultados de la prueba de resistencia a la compresión a los 7 días.	72
Tabla 27	Resultados de la prueba de resistencia a la compresión a los 14 días	74
Tabla 28	Resultados de la prueba de resistencia a la compresión a los 28 días	76
Tabla 29	Coeficientes de correlación	82
Tabla 30	Verificación de la distribución normal de resistencia a compresión con 1% de virutas	83

Tabla 31	Correlación de 1% de virutas metálicas en resistencias a compresión.....	84
Tabla 32	Verificación de la distribución normal de resistencia a compresión con 3% de virutas	85
Tabla 33	Correlación de 3% de virutas metálicas en resistencias a compresión.....	86
Tabla 34	Verificación de la distribución normal de resistencia a compresión con 5% de virutas	87
Tabla 35	Correlación de 5% de virutas metálicas en resistencias a compresión.....	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 componentes comunes en volumen total de los elementos del concreto	12
Figura 2 Las curvas envolventes del Agregado Fino	20
Figura 3 Límites granulométricos para el agregado grueso	21
Figura 5 Tipos de viruta	28
Figura 6 Tipos de virutas de mecanizado según la norma ISO 3685.	29
Figura 7 Mapa de ubicación del proyecto	32
Figura 8 Lo zona donde se encuentra la cantera Chillico.....	33
Figura 9 Ubicación de la planta de cantera.	33
Figura 10 Recolección de virutas de metal	38
Figura 12 Material resultante de virutas de metal	39
Figura 13 Traslado de agregados de cantera.	39
Figura 14 Pesaje para contenido húmeda	40
Figura 15 Muestreo y cuarteo de agregado grueso.....	42
Figura 16 Ensayo de granulometría de agregado grueso.....	43
Figura 17 Cuarteo de agregado fino para el ensayo granulométrico.....	44
Figura 19 Ensayo de P.U. Suelto del agregado grueso.....	46
Figura 20 Ensayo del P.U. Suelto del agregado fino.....	47
Figura 21 Ensayo de P.U. compactado del agregado grueso.	48
Figura 22 Ensayo de P.U. compactado del agregado fino.....	48
Figura 23 Sumergido de agregado fino para la prueba de masa específica.....	50
Figura 24 Procedimiento de ensayo de peso específico del agregado fino.	51
Figura 25 Secado de agregado grueso	52
Figura 26 Preparación de mezcla para la elaboración de testigos	60
Figura 27 Varillado de la mezcla en los moldes.	61
Figura 28 Curado de probetas de concreto.	62
Figura 29 Ensayo de consistencia del concreto.....	63
Figura 31 Resultado de curva granulométrica del agregado fino.....	66
Figura 32 Curva granulométrica del agregado grueso.	67
Figura 33 Resistencia promedio de la compresión a los 7 días.....	73
Figura 34 Resistencia promedio de la compresión a los 14 días.....	75

Figura 35 Resistencia promedio a la compresión a los 28 días	77
Figura 36 Resumen de las resistencias promedios a compresión.....	78
Figura 37 Evolución de la resistencia promedio a la compresión.	78
Figura 38 Comparación de resistencias a compresión de probetas con 0% y 1% de virutas metálicas	79
Figura 39 Comparación de resistencias a compresión de probetas con 0% y 3% de virutas metálicas	80
Figura 40 Comparación de resistencia a compresión de probetas con 0% y 5% de virutas metálicas	81

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 Ensayo de la resistencia a compresión	97
ANEXO 2 Análisis granulométrico de los agregados	102
ANEXO 3 Diseño de mezcla	107
ANEXO 4 Panel fotográfico	109

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ASTM: Asociación internacional de ensayo de materiales

ACI: American Concrete Institute de proporciones de mezcla

MTC: Ministerio de transportes y comunicaciones

NTP: Norma técnica peruana

PUS: Peso suelto unitario

PUC: Peso compacto unitario

PE: Peso específico de masa

F'_c : Resistencia a la compresión

F'_{cr} : Resistencia a la compresión de diseño requerida

Kg: Kilogramos

mm: Milímetro

m: Metro

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general evaluar, de qué manera varía el esfuerzo de compresión del concreto con incorporación de virutas metálicas recicladas, se ensayaron tres dosificaciones de concreto incorporado de 1%, 3% y 5%, de virutas de metal, y de esta manera se evalúa la resistencia a compresión de probetas. El método de este estudio se aplica, mediante un diseño cuasiexperimental, utilizando un enfoque cuantitativo, donde el objeto de estudio es la resistencia de concreto incorporado con virutas de metal, donde la población está conformada por un conjunto de 72 probetas cilíndricas, que se realizó la prueba de ensayo a la edad de 7, 14. y 28 días después del curado. Los resultados obtenidos muestran que con incorporación de 5% de virutas metálicas si mejora la resistencia a la compresión del concreto hasta en 8.13% por encima del concreto control o concreto con 0% de virutas, a la edad de 28 días. Y llegando a una conclusión, la resistencia a la compresión del concreto en su estado endurecido mostró una variación máxima en su capacidad de resistencia siendo la más óptima y favorable con la adición de 5% de virutas metálicas recicladas, siendo un aporte para su uso, contribuyendo a la sostenibilidad al reducir residuos industriales metal mecánica, esto puede ser especialmente beneficioso en proyectos de construcción donde el costo y el impacto ambiental son consideraciones importantes.

Palabra clave: Resistencia a compresión, concreto, metal, reciclaje, virutas.

INTRODUCCIÓN

La ambición por desarrollar materiales de construcción más duraderos, ligeros, sostenibles y rentables está ahora a la orden del día, especialmente cuando se trata de desarrollar concretos con estas propiedades, lo que lo convierte en un material muy utilizado en la construcción por sus propiedades físicas y mecánicas. Por ello, existe un gran interés en mejorar estas propiedades del concreto para conseguir un uso medioambientalmente sostenible y un ahorro de costes a corto, medio y largo plazo.

Carillo et al. (2013) El concreto reforzado con fibras de acero (CRFA) ha evolucionado desde un material de construcción hasta una alternativa usada para mejorar tanto el concreto convencional simple, como el concreto reforzado con barras o malla electrosoldada. Aunque los autores como Farfán et al. (2019) que indican que agregar fibras de acero al concreto resulta costoso lo cual espanta el interés de las personas por recurrir al uso de este material, ya que la mayoría busca economizar es preciso mencionar que el uso de la viruta de acero es importante y recomendable, desde una perspectiva ambiental.

Lara (2017) Debido al desarrollo de la industria metal mecánica, originada por el aumento de la producción y el incremento de procesos mecanizados, se observa que este rubro genera residuos metálicos con formas laminares, llamados comúnmente virutas. Este tipo de virutas son generados como residuos, producto del moldeo en elementos metálicos, en este caso, en las tornerías. A este tipo de viruta se le conoce como fibra metálica reciclada. Normalmente, las virutas generadas se almacenan para después ser llevadas a lugares de recolección o chatarrerías donde se reciclan. Investigaciones previas realizadas, muestran un estudio comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del hormigón al añadir fibras metálicas y sintéticas, donde el hormigón con fibras metálicas posee mejores propiedades ya que es más

ligero, resistente y económico respecto a las fibras sintéticas. Para validar el uso de fibras metálicas recicladas como refuerzo en el hormigón se debe estudiar el comportamiento de éstas durante los procesos de mezclado y en el estado de cargas de servicio, de tal forma que se pueda comparar el comportamiento respecto al concreto tradicional.

Schey (2000) Indica que la viruta de metal se asemeja a una lámina de acero que puede ser retirada con el torno durante el proceso de mecanizado, y que simboliza la pérdida.

Manrique (2018) Añade que las principales ventajas de la viruta de acero son el aumento de la resistencia, compresión, flexión, tenacidad y ductilidad, lo que mejora su capacidad de carga, además, contribuye a la reducción de costos al disminuir el volumen del material, también, debido a sus características isotrópicas, es ideal para cargas que no tienen un punto de aplicación definido.

Miranda et al. (2023) Las investigaciones actuales respecto a las fibras metálicas han arrojado resultados positivos de ganancia en la resistencia a compresión a los 28 días, Por otro lado, cabe señalar respecto a estas experimentaciones, influye un comportamiento que ha sido común, el exceso de virutas metálicas provoca consecuencias negativas en la resistencia del concreto.

Se plantea que la viruta de metal reciclado puede ser incorporada al concreto debido a que es un material de bajo costo y fácil acceso, y principalmente porque puede mejorar las propiedades mecánicas del concreto. En base a esto, surge la pregunta que guiará la investigación: ¿Cuál es la evaluación del comportamiento del esfuerzo de compresión del concreto $f'_c: 210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de virutas de metal, Ayacucho – 2024?

Según lo antes indicado, el presente trabajo permite formular los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar de qué manera varía el esfuerzo de compresión del concreto $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de virutas de metal.

Objetivos específicos

- Evaluar la variación del esfuerzo de compresión del concreto $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de 1% de virutas metálicas.
- Evaluar la variación del esfuerzo de compresión del concreto $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de 3% de virutas metálicas.
- Evaluar la variación del esfuerzo de compresión del concreto $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de 5% de virutas metálicas.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedente internacional

Sarta y Silva (2017) en su estudio desarrollada sobre “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%”, (Tesis de pregrado), Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia, Siendo una tesis del tipo investigativo pues, se observó y analizó las variables a estudiar. Se elaboró en total de 18 probetas para la prueba de resistencia a compresión comprendiendo en 6 testigos de concreto sin adición del residuo, 6 probetas cada una al 4% y 6% con viruta de acero. Obteniendo como resultados que al 4% en 7 días logró una dosificación de 225,17 kg/cm² mejorando un 2,5% a comparación de las convencionales, en 14 días fue en 9,6% con una carga de 258,18 kg/cm² y en los 28 días con 304,96 kg/cm² mejorando 17,29%. Con el 6% en edad de 7 días se logró $f'_c=246,37$ kg/cm² aumentando un 11,5%, en 14 días con $f'_c= 268,36$ kg/cm² al 17,49% y en 28 días, aumentó el 17,54% según la carga de 306,82 kg/cm². En conclusión, la adición de virutas de acero mejora las propiedades del concreto, lo que permite que este material responda de manera más eficaz a las deficiencias en la resistencia a compresión de un concreto con una resistencia de 3000 PSI.

González (2018) desarrolla “Evaluación de la viruta de acero como agregado fino para concreto estructural”, (Tesis de pregrado) Universidad Católica Andrés Bello, Guayana, Venezuela, En la investigación sobre la sustitución de arena lavada por viruta de acero, se clasifica como un estudio aplicado. Se llevaron a cabo 45 probetas cilíndricas con porcentajes de 0%, 5% y 10% de viruta de acero, evaluando la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. Los resultados mostraron que, a los 7 días, tanto el 0% como el 5% alcanzaron más del 65% de resistencia a compresión, con una media de 25,59 kgf/cm² y una desviación estándar

de 5,34 kgf/cm². Para el 10%, los resultados fueron similares, manteniendo un 65%, aunque con una desviación estándar de 14,35 kgf/cm². A los 14 días, las muestras con 5% de viruta y el concreto convencional lograron una dosificación de 290 kgf/cm², mientras que el 10% mostró resultados positivos con una desviación estándar de 4,94 kgf/cm². En el día 28, el concreto sin viruta tuvo un promedio de 298 kg/cm², el 5% alcanzó 310 kg/cm² con una desviación estándar de 12,57 kgf/cm², y el 10% mostró una dosificación de 225 kg/cm². En conclusión, se considera que la viruta de acero puede ser utilizada como un agregado fino en reemplazo de la arena lavada, especialmente con el 5%, que mostró resultados favorables en comparación con el patrón tradicional a los 14 días de prueba.

Briones et al. (2018) en su estudio desarrollado “Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino” (Tesis de pregrado) Universidad Técnica de Manabí, Ecuador, Se llevó a cabo un análisis sobre las propiedades mecánicas del concreto a través de pruebas de dosificación, clasificándose como una investigación aplicada. Se utilizaron muestras de probetas con 0% de viruta de acero y con adiciones del 5%, 10% y 15% en relación al peso del agregado fino. Los resultados de la resistencia a compresión a los 28 días mostraron que el concreto sin viruta alcanzó 369,02 kg/cm², mientras que el concreto con 5% de viruta obtuvo 311,60 kg/cm², el de 10% alcanzó 306,21 kg/cm² y el de 15% tuvo una dosificación de 297,00 kg/cm². Se concluyó que, al incorporar virutas de acero como reemplazo del agregado selecto, se observó una disminución de hasta un 19% en la resistencia, aunque se mantuvo por encima de la firmeza media de 240 kg/cm², con una reducción de firmeza de solo un 2% entre el 0% y el 5% de viruta de acero. Esto sugiere la necesidad de investigar con proporciones mayores, dado los resultados positivos en resistencia.

Miranda et al. (2023) en su artículo científico "Aprovechamiento de virutas metálicas como adición en la mezcla de concreto" El objetivo de la investigación es aprovechar las virutas metálicas, residuo de las industrias metal mecánica, como adición a la mezcla de concreto y verificar si ésta contribuye a generar un aumento en la resistencia mecánica. Se fabricaron probetas con porcentajes de 0.2 %, 0.4 %, 0.6 % y 0.8% de virutas de metal, en función del peso total del elemento; para después efectuar los correspondientes ensayos a compresión a los 7 días y 28 días, Según los resultados obtenidos en ambas pruebas para los 7 días y 28 días, se obtuvo una tendencia, la cual nos indica que existe un porcentaje optimo entre 0.4 % y 0.6 % el cual representa un aumento en la resistencia del concreto. Es decir que sus valores de 29.9Mpa se incrementó hasta los 30.10 y 30.64Mpa. en un (3.69% y 5.55%) respectivamente a los 28 días.

Valencia y Quintana (2016) en su investigación "Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%", realizo para la obtención de su título como Ingeniero Civil de la Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil, Bogotá, El objetivo de esta investigación fue analizar el comportamiento del concreto reforzado y simple al incorporar entre un 12% y un 14% de fibras de acero. El estudio se inició con la selección de todos los materiales necesarios para las mezclas. Luego, se caracterizaron los agregados y se procedió a mezclar según el diseño establecido, lo que requirió elegir el asentamiento adecuado. Posteriormente, se determinó el tamaño del agregado, se calculó el porcentaje de aire y agua, y se evaluó la resistencia del concreto, así como la relación entre el agua y el cemento, También se realizó el cálculo del cemento a utilizar y se establecieron las proporciones de los agregados, considerando todos los datos del diseño. Los resultados mostraron que la adición de fibras de acero mejoró la resistencia a la compresión en comparación con los cilindros sin aditivos. Se observó que la mezcla con

14% de fibra de acero alcanzó la mayor resistencia, con un incremento general del 13.65%. La investigación concluyó que la fibra de acero proporciona una ligera mejora en la resistencia del concreto bajo compresión. Sin embargo, se notó que la manejabilidad del concreto disminuyó significativamente a medida que aumentaba el contenido de fibras. Además, al incorporar un 14% de fibras de acero, se detectaron fisuras finas y juntas, en contraste con el concreto que contenía un 12% de fibras, que mostró fisuras más gruesas y separadas.

1.1.2. Antecedente nacional, regional y local

Riveros y Vilca (2021) llevó a cabo la tesis titulada “Propuesta de diseño de las propiedades mecánicas del concreto con adición de viruta de acero fundido en reemplazo parcial del agregado fino”, para obtener su título de Ingeniero Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Lima, La investigación tuvo como objetivo investigar los efectos físicos de la incorporación de virutas de acero en tres proporciones diferentes (3, 6 y 9%), utilizada de manera descriptiva a nivel, la cual fue acompañada de un diseño experimental. Los resultados mostraron que el porcentaje de 6% presentó la resistencia más alta, la cual fue de 9.72%, por otro lado, el porcentaje del 9 % presentó una resistencia menor, la cual fue 15.50 % menor que el concreto control. De esta manera, se concluye que las virutas de acero mejoran la resistencia mecánica de las mezclas que contienen un 6% del material. Por otro lado, también se concluyó que la utilización de virutas en la composición del diseño de la mezcla contribuirá al bienestar del medio ambiente, dado que el agregado fino necesita una cantidad significativa de combustible.

. Pacheco (2016) hizo el trabajo “Resistencia a compresión axial del concreto $f'_c=175$ kg/cm² incorporando diferentes porcentajes de viruta de acero ensayadas a diferentes edades, UPN - 2016”, cuyo meta primordial fue determinar su resistencia la compresión axial de la

probeta con la incorporación de viruta de acero en distintos porcentajes respecto al agregado fino, Preparó un concreto de resistencia de 175 kg/cm² con la adición de distintas proporciones de viruta de acero como son 2, 4 y 6 % y luego ensayarlo a los 7 días, 14 días y 28 días. Los resultados al adicionar la viruta de acero en sus diferentes porcentajes 2, 4 y 6 % fueron de una resistencia del concreto a los 7 días de $f'c$: 149.68 kg/cm², $f'c$: 165.93 kg/cm² y $f'c$: 169.12 kg/cm² y un incremento a la resistencia de (12.4%, 24.6% y 27%) respectivamente, a los 14 días de $f'c$: 169.18 kg/cm², $f'c$: 176.95 kg/cm² y $f'c$: 181.8 kg/cm² y un incremento en resistencia siendo (9.7%, 14.7% y 17.9 %) respectivamente y a los 28 días de $f'c$: 190 kg/cm², $f'c$: 196.82 kg/cm² y $f'c$: 202.26 kg/cm² y un incremento a la resistencia de (7 %, 10.3% y 13.4 %) respectivamente. En conclusión, el estudio indicó que el hormigón adicionado con viruta de acero mostró una variación resistencia mayor al concreto tradicional ensayado a la edad de 7 días, 14 días y 28 días.

Vásquez (2021) realizó la tesis de investigación “Efecto en los esfuerzos a flexión y compresión con la adición de viruta de acero a la mezcla de concreto”, para titularse como Ingeniero Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Esta investigación análisis para determinar el impacto que la inclusión de virutas de metal o acero en los porcentajes de 4%, 8% y 12% en lugar de agregado fino tiene sobre la resistencia a la flexión y compresión del concreto, así como el impacto que esto tiene sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto. que la resistencia a la compresión es la siguiente cuando se agrega al hormigón $f'c$: 210 kg/cm² en su trabajo demostró que la diferencia era significativa en (4%, 8% y 12%) Viruta de metal a la edad de 7 días llega a ($f'c$:163.97 kg/cm², $f'c$:109.479 kg/cm² y $f'c$:73.6467 kg/cm²) teniendo una variación en porcentaje de 4% en 10.12 % y en porcentajes de 8% y 12% está por debajo de concreto control en (26.47% y

50.54%), a edad de 14 días se obtiene (f'_c :223.518 kg/cm², f'_c :179.986 kg/cm² y f'_c :137.433 kg/cm²), teniendo una variación en porcentaje de 4% en 8.42 % y en porcentajes de 8% y 12% está por debajo de concreto control en (12.70% y 33.34%) y a los 28 días llega (f'_c :264.27 kg/cm², f'_c : 238.5 kg/cm², f'_c :202.037 kg/cm²), teniendo una variación de porcentajes en 4% y 8% en (15.36 % y 4.12 %) en porcentajes de 12% está por debajo de concreto control en (11.80%). concluyendo a más porcentaje de virutas de metal la variación de resistencia a ensayo a compresión es inferior que del concreto control.

Espinoza (2018) hizo tesis de grado “Resistencia de Concreto f'_c =210 kg/cm² con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica”, para obtener el título de Ingeniero Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad San Pedro, Cajamarca, Con el fin de determinar cómo se afecta la resistencia del concreto con una f'_c =210 kg /cm² por el uso de agregados como virutas metálicas en el agregado fino, el objetivo de la tesis fue investigar esta relación. Esto Se logró mediante el uso de un diseño cuasiexperimental, al que siguió un procedimiento que comenzó con la producción de la mezcla de concreto para soportar la compresión, luego se reemplazó el diez por ciento de la mezcla con virutas metálicas para realizar las pruebas a los siete, catorce y veintiocho días sobre la mezcla de concreto. Los resultados obtenidos demostraron que la resistencia de la mezcla aumentó en un 5,68 % en el caso de los especímenes que fueron curados durante 7 días, en un 8,63 % en el caso de los especímenes que fueron curados durante 14 días y en un 5,62% en el caso de los especímenes que fueron curados durante 28 días. El resultado del estudio permitió llegar a una conclusión que confirmó el hecho de que los hormigones que incluyen virutas en una proporción del diez por ciento de toda su composición tienen una mayor resistencia en comparación con los hormigones contruidos con materiales estándar

Durand y Leiva (2018) desarrollaron un estudio de “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto, reemplazando el agregado fino por viruta de acero en porcentajes de 7 %, 8 % y 9 % con respecto de un concreto patrón, con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac”, para optar el título de Ingeniero Civil en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Andina del Cusco, El objetivo del estudio fue evaluar experimentalmente el comportamiento del concreto cuando se reemplaza el agregado fino por virutas de acero en términos de resistencia a la tracción , compresión, elasticidad y ruptura. Para lograr esto, se desarrollaron en distintas proporciones (7 %, 8 %, 9%) para reemplazar el agregado fino según peso, de acuerdo con los requerimientos del método ACI, Los resultados muestran que la incorporación de virutas de acero tiene el potencial de mejorar tanto la resistencia a la tracción como a la compresión. Esto se debe al hecho de que los valores de resistencia de las virutas de acero son elevados, lo que lleva a la conclusión de que la resistencia se mejora mediante la incorporación de virutas.

1.2. El concreto

Material sólido y compacto, también conocido como concreto en otras partes del mundo. Está compuesto por agua, cemento, agregados y en algunos casos específicos, aditivos, Cuando está recién preparado es fácil de trabajar, pero cuando se endurece adquiere resistencia y otras propiedades, por lo que es tan demandado en la industria de la construcción. (Carhuapoma, 2018).

Actualmente es el material más demandado en la industria de la construcción, muchos de sus siete aspectos principales, que incluyen la naturaleza, los materiales, las propiedades, la selección de proporciones, los procesos de puesta en servicio, el control de calidad y la inspección, y el mantenimiento de los elementos estructurales, sin embargo, la calidad final del

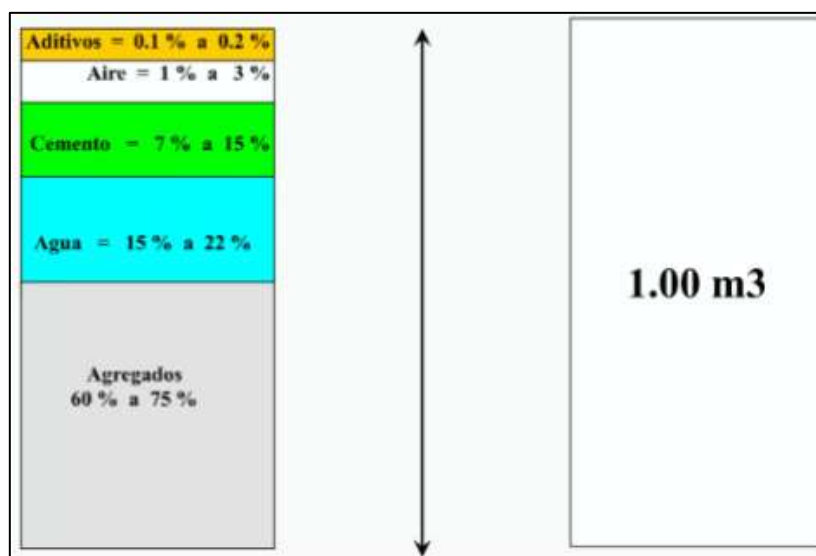
hormigón depende en gran medida de la calidad del material, mientras que el conocimiento y la experiencia del ingeniero también son factores importantes. (Rivva, 2000).

1.2.1. Elementos que componen el concreto

Los cuatro componentes activos de este material son el cemento, el agua, los áridos y los aditivos, mientras que el componente pasivo es el aire, según las definiciones que se utilizan actualmente para este material. (Rivva, 2000). Si bien la antigua definición de aditivos los consideraba un elemento opcional, en la práctica mundial actual se los considera un elemento estándar, su uso se ha demostrado mediante investigaciones científicas para mejorar la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad de un material, de esto, son en definitiva una alternativa más rentable cuando se toman en cuenta ahorros en personal y equipo para instalación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso se toma en cuenta una reducción en la cantidad de cemento que se utiliza. (Rivva, 2000). En la figura 1 se muestra distintos porcentajes de sus típicos de su volumen absoluto de los componentes de hormigón.

Figura 1

componentes comunes en volumen total de los elementos del concreto



Fuente. Tecnología del concreto Rodríguez, (2015).

1.3. Tipos de concreto

Definiciones adaptadas de la Norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificación de 2011.

Concreto simple. Concreto que no tiene refuerzo o que incluye una cantidad inferior al porcentaje mínimo necesario para el concreto reforzado.

Concreto armado. Cualquier concreto que tenga armadura de refuerzo en una cantidad igual o superior a la especificada en esta norma E-060 y en el que ambos materiales trabajen juntos para soportar esfuerzos.

Concreto de peso normal. Las características de este hormigón incluyen un peso de alrededor de 2300 kg/m³

Concreto prefabricado. Elementos de hormigón, ya sean simples o reforzados, que se producen en un lugar diferente al de su instalación en la obra.

Concreto ciclópeo. Es un concreto básico al que se le añaden grandes piedras o bloques, sin incluir refuerzo de acero

Concreto de cascote. Es el concreto que está formado por cemento, agregado fino, escombros de ladrillo y agua.

Concreto premezclado. El concreto se produce en una planta, donde puede ser mezclado en el mismo lugar o en camiones mezcladores, y luego es transportado al sitio de construcción. NTP 339.114:2012.

Concreto bombeado. Este concreto es transportado mediante bombas a través de tuberías hasta su ubicación final.

1.4. Trabajabilidad

La capacidad del concreto para ser fácilmente mezclado, transportado y colocado en un molde o encofrado.

1.5. Durabilidad

Tiene la propiedad del hormigón para poder soportar suficientemente las circunstancias durante toda la vida útil del elemento estructura

1.6. Cemento portland

El cemento se describe como un material en polvo que, al mezclarse con la cantidad correcta de agua, genera una pasta que funciona como aglomerante y puede endurecerse tanto en condiciones de humedad como en tierra, formando compuestos estables, esta definición excluye la cal hidráulica, la cal aérea y el yeso (Rivva, 2010).

Se produce mediante la pulverización del Portland clinker y, posteriormente, se le añade sulfato de calcio, si la norma aplicable determina que la inclusión de otros productos no afecta las propiedades del cemento final, se permite añadir hasta un 1% en peso del total, el clinker debe ser molido junto con los productos adicionales que se incorporen (NTP 334.009, 2013).

1.7. Definición del clinker

El clinker se obtiene a través de un proceso que implica mezclar una fuente de óxido de hierro (óxido férrico, entre 0.5% y 6% de Fe_2O_3) como el mineral de hierro, con una fuente de sílice y alúmina (anhídrido silícico, entre 17% y 25% de SiO_2 , y óxido de aluminio, entre 3% y 8% de Al_2O_3), como las arcillas, para facilitar las reacciones entre las materias primas que forman el cemento, se muele finamente una mezcla correctamente dosificada y luego se calienta a aproximadamente 1500°C , para producir cemento Portland, el clinker se muele después de ser enfriado, añadiendo alrededor del 6% de sulfato de calcio (yeso) (Rivva, 2010).

1.8. Tipos de cemento portland

Según Rivera (2002), tipos especificados en norma NTP 334.009 y ASTM C-150-99, a medida que varían los contenidos de C2S, C3S, C3A, C4AF las propiedades del cemento Portland se modifican, por lo que se pueden fabricar diferentes tipos para cumplir con ciertas características físicas y químicas en situaciones específicas

- **Cemento tipo I.** De uso común y corriente en construcciones de concreto y trabajos de albañilería donde no se requieren propiedades especiales.
- **Cemento tipo II.** Con una resistencia moderada al ataque de sulfatos, se sugiere su uso en entornos agresivos. Los sulfatos son compuestos que se encuentran en aguas subterráneas o en suelos, y su contacto con el concreto puede causar su deterioro.
- **Cemento tipo III.** Con un rápido desarrollo de resistencia, se sugiere su uso cuando se desea acelerar el proceso de desencofrado. Durante el fraguado, genera una gran cantidad de calor, lo que lo hace adecuado para su uso en lugares más fríos.
- **Cemento tipo IV.** Durante el fraguado, genera poco calor, lo que lo hace recomendable para vertidos de grandes volúmenes de concreto, como en el caso de presas de concreto.
- **Cemento tipo V.** Con una resistencia muy alta al ataque de sales, se recomienda su uso cuando el elemento de concreto esté expuesto al agua en condiciones salinas.

En nuestro país no se producen los cementos tipo III y tipo IV.

1.9. El agua

Es un elemento crucial en la fabricación de concreto, ya que desempeña un papel vital tanto en su estado fresco como endurecido, a menudo se relaciona con una proporción agua/cemento que le proporciona la trabajabilidad y durabilidad del material, además, no solo es relevante la cantidad empleada, sino también la calidad física y química del agua, aunque se

considera que solo el agua potable es adecuada para la producción de concreto, esto no es completamente cierto, ya que hay evidencia de que se pueden lograr buenos resultados con otros tipos de agua, siempre que se analice previamente su calidad. (Terreros y Carvajal, 2016).

se muestra el cumplimiento del agua para mezcla en la Tabla 1

Tabla 1

Cumplimiento de agua para mezcla

Sust. disueltas	Val. Máx. admisible
Cloruro	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	150 ppm
PH	mayor de 7
Solidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: NTP 339.088 (2011)

(NTP 339.088, 2011) contempla cuatro tipos diferentes de agua que se pueden utilizar para el hormigón

- Agua mezclada, se genera al mezclar al mismo tiempo dos o más fuentes de agua, ya sea antes o durante la adición del agua que se empleará como agente de mezcla
- Agua no potable se refiere al agua que ha sido contaminada por sustancias que le proporcionan un mal olor o sabor, o que proviene de fuentes que no son adecuadas para el consumo humano

- Agua de lluvia recolectada se refiere al agua de lluvia que ha sido capturada, así como al agua que contiene componentes de concreto o aquella que ha sido recuperada de los procesos utilizados para producir concreto de cemento Portland
- Agua potable se refiere al agua que es segura para el consumo humano y que se considera apta para su uso en la producción de concreto

Aguas prohibidas se prohíbe el uso de aguas ácidas, calcáreas, mineralizadas, carbonatadas, de minas o relaves, que contengan residuos minerales o industriales, con un contenido de sulfatos superior al 1%, que incluyan algas, materia orgánica, humus o descargas de aguas residuales, o que contengan azúcares o sus derivados. (Rivva, 2012).

1.10. Agregados

El agregado es el que ocupa del 65% al 80% del volumen de una unidad cúbica de concreto, es un material que está incrustado en una pasta de cemento y agua que forma la sustancia que se llama concreto. (Rivva, 2010).

Para elaborar concreto, es necesario mezclar los agregados, también llamados áridos, con los aglomerantes (como cemento y cal). Estos agregados deben poseer buena resistencia, durabilidad y capacidad para soportar los elementos, además debe estar libres de impurezas como barro, limo y materia orgánica, ya que estas pueden debilitar la unión con la pasta de cemento. Los agregados se clasifican en:

- **Agregado fino:**

El agregado se define como material que puede pasar a través de un tamiz con un tamaño de malla de 3/8 pulgadas y no pasa a través de un tamiz con un tamaño de malla de 200 (arena fina o arena gruesa).

- **Agregado grueso**

El agregado grueso se define como aquel material que no puede atravesar el tamiz N°4 y se origina de la descomposición de rocas, incluyendo grava y piedra triturada.

1.10.1. Agregados finos

El agregado fino se refiere a árido fino o piedra natural finamente triturada de tamaño diminutas que pasa a través del tamiz de 3/8" (9.52 mm) y se retiene en el tamiz N°200, NTP400.037 (Abanto, 1994)

Por otra parte, el Manual de Evaluación de Materiales (EM, 2000) del Comité de Ensayos de Materiales (MTC) E 204-2000, que se basa en las normas ASTM 136 y AASHTO T 27, ha sido modificado para dar cabida a las circunstancias específicas que son propias de nuestra realidad.

Granulometría de agregado fino

El análisis granulométrico, también conocido como análisis de tamaño de partículas, representa numéricamente la distribución volumétrica de partículas según su tamaño, para corregir un agregado que se encuentra fuera del rango granulométrico especificado, primero se debe separar el material haciéndolo pasar por un tamiz intermedio en las proporciones adecuadas, dado que la combinación de agregados determina en última instancia el resultado de la mezcla, es preferible que las curvas granulométricas no estén significativamente desviadas con respecto a la zona granulométrica recomendada, sin embargo, si los agregados cumplen con los requisitos de resistencia y durabilidad, es irrelevante si sus curvas granulométricas están fuera de la zona granulométrica especificada. (Calla, 2013).

La experiencia ha evidenciado que se puede obtener concreto de alta calidad utilizando agregados con granulometría discontinua, lo que implica la exclusión de ciertos tamaños de agregados, El principal inconveniente de este enfoque es el riesgo de mayor segregación.

Aunque corregir la granulometría del agregado fino a través de tamizado y recombinación puede resultar costoso y poco práctico, este proceso es más sencillo de realizar en el caso del árido grueso. (Rivva, 2000)

Se sugiere tener en cuenta lo siguiente:

- Se recomienda que la granulometría de los agregados sea preferiblemente continua, con valores retenidos entre los tamices N°4 y N°100.
- El rango recomendado del agregado es que no sea retenido más del 45% en cualquier par de tamices consecutivos. Se aconseja que la granulometría se mantenga dentro de los límites establecidos, los cuales se detallan en la Tabla 2 a continuación.

Tabla 2

Limitaciones en las partículas del tamaño de agregado fino

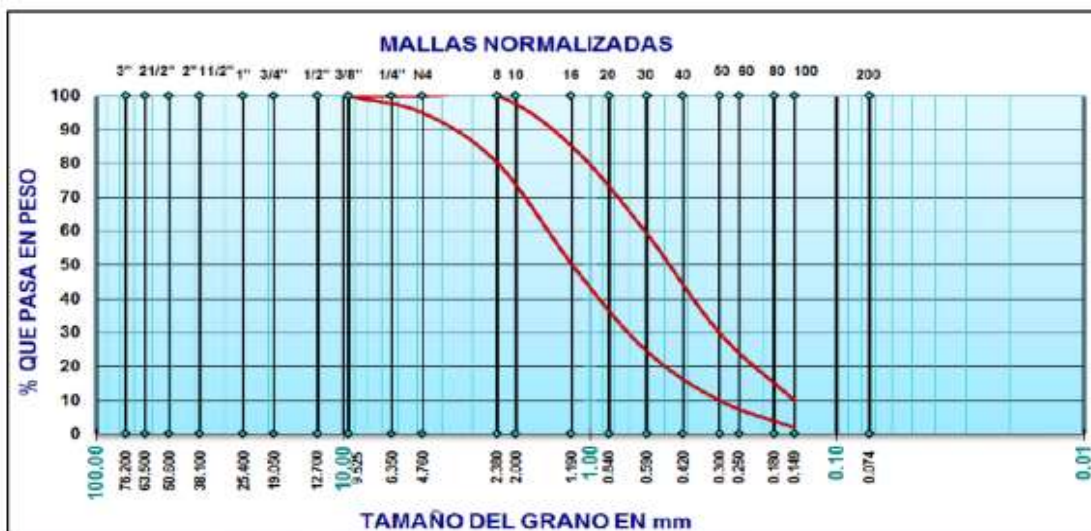
# Tamiz	% que pasa
9.5 mm (3/8 pulg)	100%
4.75 mm (N°4)	95% a 100%
2.36 mm (N°8)	80% a 100%
1.18 mm (N°16)	50% a 85%
600 µm (N°30)	25% a 60%
300 µm (N°50)	5% a 30%
150 µm (N°100)	0% a 10%

Fuente: NTP 400.037 (2002).

Teniendo en cuenta los datos presentados en la Tabla 2, se trazó la curva delimitadora, que se muestra a continuación en la Figura 2.

Figura 2

Las curvas envolventes del Agregado Fino



Fuente: NTP 400.037 (2002).

1.10.2. Agregado grueso

El agregado grueso se define como el material retenido en tamiz N°4 (4.75mm), cuyo origen puede ser la desintegración natural de las rocas o la modificación mecánica, Estos agregados deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma NTP 400.037 o ASTM C33. Algunos ejemplos de agregado grueso son piedra triturada o la grava. (Abanto, 2009).

a) Gravas

Estos pequeños trozos de piedra se domina "Cantos Rodados", son depósitos que se forman de forma natural en los lechos de los ríos y que se encuentran con frecuencia en las canteras, son el resultado de la descomposición natural de las rocas, causada por el hielo y otros agentes atmosféricos, cada fragmento ha sido suavizado y ya no presenta bordes afilados, Estos agregados tienen un peso que varía entre 1600 kg/m³ y 1700 kg/m³. (Abanto, 1994).

b) Piedra partida o chancada

Este término se utiliza para describir el agregado grueso obtenido a través de la trituración artificial de áridos, siempre que la piedra triturada esté libre de impurezas, sea dura y resistente, puede ser empleada como agregado grueso, su función principal es aportar volumen y mantener su propia resistencia, según las pruebas realizadas, la piedra partida o triturada genera un concreto que es ligeramente más fuerte que el producido con piedra redonda. (Abanto, 1994).

c) Granulometría de agregado grueso

se puede ver en la Figura 3, los 15 usos granulométricos que proporciona una ilustración detallada según la NTP 400.037 para el agregado grueso. (Salvatierra, 2011).

Figura 3

Límites granulométricos para el agregado grueso

HUSO	Tamaño Máximo Nominal	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in)	90 mm (3 1/2 in)	75 mm (3 in)	63 mm (2 1/2 in)	50 mm (2 in)	37.5 mm (1 1/2 in)	25 mm (1 in)	19 mm (3/4 in)	12.5 mm (1/2 in)	9.5 mm (3/8 in)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N°4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5		
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 (1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 (N° 4. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037 (2012).

1.11. Tamaños máximos

La norma NTP 400.037 define el tamaño máximo del agregado grueso como el tamaño del tamiz más pequeño que permite el paso de toda la muestra de agregado grueso, la abertura del tamiz que facilita el paso de toda la cantidad de agregado grueso se denomina tamaño máximo del agregado grueso. (Quevedo, 2013).

1.12. Tamaños máximos nominales

La norma NTP 400.037 define que el Tamaño Nominal Máximo del agregado grueso debe coincidir con el tamiz más pequeño de la serie que retiene la primera partícula, El tamaño de la abertura del tamiz que produce la primera retención del agregado grueso se conoce como tamaño nominal máximo. (Quevedo, 2013).

La NTE E-060 Concreto Armado, el Tamaño Nominal Máximo del árido grueso no debe exceder en ninguna circunstancia lo siguientes:

- la distancia más corta entre las caras internas del encofrado es la menor posible que $1/5$.
- deberá ser de la altura de la losa en $1/3$
- Cantidad de espacio libre mínimo entre las barras de refuerzo individuales o alambres, grupos de barras, tendones individuales, conjuntos de tendones o ductos estas deben estar libre en $3/4$.

1.13. Dosificación de componentes de concreto

Los agregados se clasifican generalmente en dos grupos: finos y gruesos, los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden alcanzar hasta 10 mm; mientras que los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en el tamiz N°16 y pueden variar hasta 152mm, Los tamaños máximos de áridos

comúnmente utilizados son de 19 mm o 25 mm (3/4pulg. o 1pulg. respectivamente). (Polanco, 2012).

La pasta está formada por cemento, agua y aire atrapado o aire que se incluye intencionalmente, generalmente, la pasta representa entre el 25% y el 40% del volumen total del concreto, el volumen absoluto de cemento suele estar entre el 7% y el 15%, mientras que el agua varía entre el 14% y el 21%, el contenido de aire incluido puede alcanzar hasta el 8% del volumen del concreto, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso. (Polanco, 2012).

1.14. Características más importantes del concreto fresco

Revenimiento, trabajabilidad, cohesión, contenido de aire, segregación, exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación y peso unitario son algunas de las propiedades del concreto en estado fresco. (Rivva, 2000).

- **Consistencia:** El método utilizado para determinar la consistencia es el ensayo del Cono de Abrams o prueba de asentamiento (slump), según las normas NTP 339.035 y ASTM C 143; el asentamiento se mide en pulgadas o centímetros y se obtiene después de verter el concreto en un cono de cilindro metálico y retirar dicho cilindro; la medida corresponde a cuánto ha disminuido o asentado la masa de concreto, es decir, la diferencia de altura entre el cilindro y la superficie del concreto. (Guevara, 2008).

La consistencia está estrechamente relacionada con la cantidad de agua en la mezcla de concreto, en mezclas de concreto bien proporcionadas, la cantidad de agua necesaria para lograr un asentamiento específico depende de varios factores, se requiere más agua cuando se utilizan agregados de forma angular y textura rugosa, mientras que el contenido de agua disminuye al aumentar el tamaño máximo del agregado, esto se ilustra en la Tabla 3, que muestra las consistencias y trabajabilidad según el asentamiento. (Estrada & Paez, 2014).

Tabla 3

Consistencia y trabajabilidad según el asentamiento

Consistencia	Asentamiento (cm)	Trabajabilidad
Seca	0 a 5	Baja
Plástica	7.5 a 10	Media
Fluida	12.5 a más	Alta

Fuente: Estrada & Paez (2014)

1.15. Características mecánicas del concreto

1.15.1. La resistencia a la compresión

Como regla general, la resistencia a la compresión se utiliza como indicador de la calidad del hormigón; es decir, si nosotros diseñamos un diseño de mezcla con una resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, entonces el ensayo de resistencia a la compresión podría darnos como resultado una resistencia igual o similar, por lo que este ensayo sirve para controlar la calidad del concreto de acuerdo a lo solicitado o diseñado para una determinada estructura. La compresión es algo que se puede obtener mediante pruebas de laboratorio realizadas en sondas estándar aplicando una fuerza axial perpendicular a la dirección de la compresión, El ensayo particular se utiliza con el propósito de revisar y otorgar aprobación al concreto de tal manera que satisfaga los requisitos para el diseño estructural, De acuerdo a las normas establecidas por ASTM C39, los documentos que incluyen se pueden encontrar Información sobre cómo realizar la evaluación de la resistencia, realizar la compresión de la resistencia a tal vez compresión. (Otazzi & Pasino, 2004).

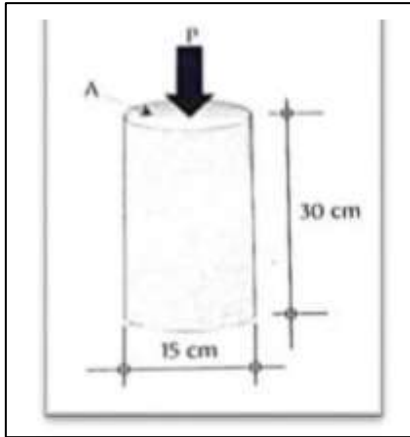
Las siguientes son las normas que se utilizan en la evaluación de la resistencia a la compresión:

- Procedimiento para la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto ASTM C

- Método de Ensayo Normalizado para evaluar la resistencia a la compresión en muestras cilíndricas (Probetas) de Concreto, como se ilustra en la Figura 4. NTP 339.034.

Figura 4

Cilindro de prueba a la compresión del concreto.



Fuente. Abanto (2017).

1.16. El curado de concreto

Se trata de una serie de medidas encaminadas a mantener un ambiente propicio para la hidratación del concreto, ya sea manteniendo la humedad interna del concreto o proporcionando humedad o protección contra temperaturas extremas (Gutiérrez, 2015, pág.85).

1.17. El concreto reforzado por fibras

Los reforzados con fibras o virutas se caracterizan por la presencia de un conjunto de características que son ligeras o normales, Estas características han sido proporcionadas por la adición de fibras o virutas, incluyendo, pero no limitado a las siguientes, la caña de azúcar, el vidrio, el metal o acero, el plástico, el nylon, el polipropileno y el yute, entre otros, se estableció que en muchas ocasiones el concreto que presenta adiciones con fibra no es útil en un momento determinado, ya que es necesario contar con un estudio previo para poder ser utilizado en el proceso constructivo. (Rivera,1992).

A lo largo de los años, el uso continuo de fibras en la construcción ha permitido fortalecer el desempeño del concreto y, como resultado, lograr mejoras en la resistencia a la flexión, módulo elástico y diversas propiedades mecánicas del material, como resultado, el uso de fibras se está volviendo más común porque han ayudado a maximizar las propiedades mecánicas del hormigón en muchas situaciones; Sin embargo, todavía hay incertidumbre sobre qué tan bien se desempeñarán las fibras en cada situación, siendo la más notable su resistencia a la compresión y la flexión. (Al Rikabi, 2018).

Es importante destacar que el concreto es el pavimento de superficie más durísimo que los asfaltados, ya que cuenta con una vida útil mucho más prolongada y suministrado menos mantenimiento; De esta manera, señala que los aportes de pavimentos rígidos a la fibra de metal o acero pueden proporcionar beneficios significativos, ya que aumentan la resistencia a la carga de los vehículos. (Latifa et al, 2013).

Ammari et al. (2020), Es evidente que el objetivo principal de agregar virutas a un hormigón es producir y crear material nuevo; Esto se debe a que cuando se agrega un componente diferente a una mezcla de hormigón regular, se considera como un material separado que se encuentra contenido dentro de una matriz de cemento hidratado.

Marcalikova (2020), indica que el hormigón reforzado con fibras tiene un mejor uso práctico, convirtiéndolo en un uso notable convirtiéndolo en una adición notable al campo de estudio, Además del campo de estudio. que se requiere un estudio amplio para evaluar las propiedades mecánicas y físicas del concreto mediante pruebas y ensayos. Sin embargo, no se posee un manual apropiado para determinar cuáles de las fibras que se adicionen al concreto son las más resistentes, ya que en cada uno de los ensayos se involucra el ambiente (donde puede intervenir el clima y las costumbres, entre otros), en el cual se elaborará el concreto.

Frankhri (2020), El uso de aditivos, fibras y virutas de residuos reciclados señala que esto podrá contribuir con el medio ambiente, dado que estos materiales desechables volverán a suplir diferentes funciones primordiales para el potenciamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto; Sin embargo, se es necesario señalar que, en el proceso de elección, se deben realizar diversas pruebas, tales como humedad, durabilidad, resistencia a la deformación, flexibilidad y otros.

1.18. Virutas de metal

La viruta en el proceso de mecanizado es definida por muchos autores como el exceso de material, de la pieza en bruto, que se presenta como fragmento en forma de lámina, la cual se visualiza de diferentes tipos al momento de cortar con la herramienta (Millán, 2012).

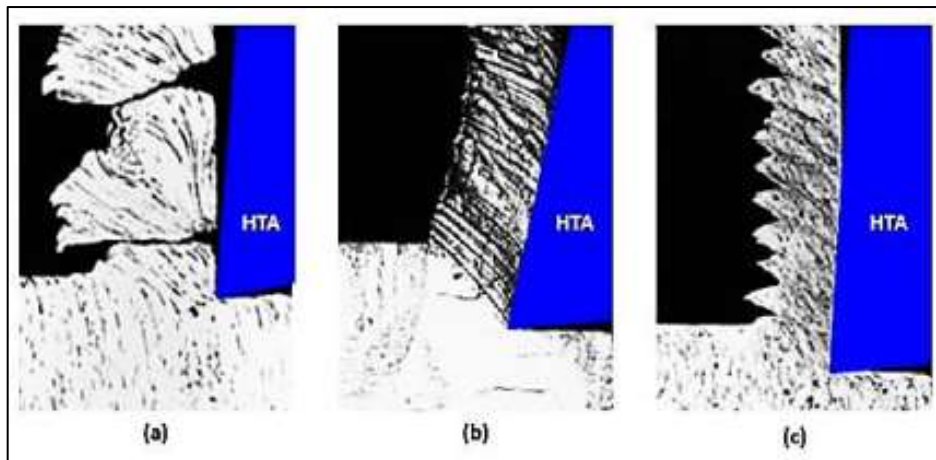
La morfología específica de la viruta obtenida en el mecanizado puede afectar directamente al acabado superficial de la pieza, a la vida útil de la herramienta, a la precisión de las dimensiones a obtener en la pieza, y en último lugar, en la continuidad del proceso, pues, suele surgir acumulación de viruta (Trujillo, 2013).

1.19. Tipos de virutas de metal

Según Millán (2012). La forma de la viruta depende de muchas variables, de los parámetros principales del mecanizado como velocidad, avance y profundidad de corte, también influye mucho tanto el material como la herramienta, en esta última se toma en cuenta la geometría y la posición con respecto a la pieza a mecanizar, La clasificación de la viruta en el mecanizado se puede dar principalmente tomando como referencia la forma en la que el material se deforma y factura, siendo así tres clases de virutas, fragmentada, continua y segmentada, como se observa en Figura 5.

Figura 5

Tipos de viruta



Nota. a) fragmentada, b) continua y c) segmentada, Trujillo (2013)

1.19.1. Viruta fragmentada

Las fuerzas de corte superiores al límite de rotura del material en el mecanizado aparecen cuando se toman velocidades de corte bajas, y muy elevados valores tanto de profundidad como de avance de corte, lo que conlleva también a una elevada fricción viruta herramienta y a la aparición de este tipo de viruta. Las virutas fragmentadas se evacuan de forma sencilla sin complicaciones de la zona de corte, asiendo fácil su adecuada acumulación y almacenaje para el reciclado respectivo. Sin embargo, la presencia de estas virutas origina que la superficie mecanizada tenga un aspecto irregular, por ello siempre es relacionada con acabados superficiales ineficaces, además con las fluctuaciones en las fuerzas de corte la operación es susceptible a vibración (Trujillo, 2013).

1.19.2. Viruta continua

Al mecanizar con velocidades de corte medias o elevadas combinadas con avances y profundidades de corte normales o moderados en un material dúctil, ocasiona la cizalladura pura, además de visualizar la formación de este tipo de virutas. Las virutas continuas suelen, en

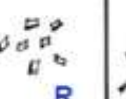
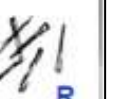
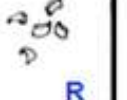
la gran mayoría de casos, ir acompañadas por un acabado superficial de alto nivel, sin embargo, estas dan lugar a la formación de los “nidos de viruta”, que son la acumulación y enredo de la viruta en la porta herramienta, la pieza o en el cabezal del torno (Trujillo, 2013).

1.19.3. Viruta segmentada

La viruta segmentada se puede observar al mecanizar materiales que cuentan con baja conductividad térmica y que su resistencia baja rápidamente con la temperatura, como las aleaciones de titanio, este tipo de virutas tiene la apariencia de los dientes de una sierra al tener una forma semicontinua. Las variaciones periódicas en las fuerzas de corte son la principal desventaja de esta clase de virutas, en consecuencia, esto afecta a la vida útil de la herramienta y la rugosidad tienen de ser muy elevada (Trujillo, 2013). La norma ISO 3685 cuenta con una clasificación diferente de la viruta, la cual está enfocada en el tamaño y la forma de la viruta, agrupándolas así en 8 grupos como se observa en la Figura 6.

Figura 6

Tipos de virutas de mecanizado según la norma ISO 3685.

1. Virutas rectas	2. Virutas tubulares	3. Virutas espirales	4. Virutas helicoidales planas	5. Virutas helicoidales cónicas	6. Virutas arqueadas	7. Virutas elementales	8. Virutas ahusadas
							
1.1 Larga	2.1 Larga	3.1 Plana	4.1 Larga	5.1 Larga	6.1 Conexa		
							
1.2 Corta	2.2 Corta	3.2 Cónica	4.2 Corta	5.2 Corta	6.2 Inconexa		
							
1.3 Enredada	2.3 Enredada		4.3 Enredada	5.3 Enredada			
B Bien R Regular M Mal							

Nota: Adaptada de, Trujillo (2013).

1.19.4. Ventajas del uso de virutas de metal

Según Trujillo, (2013). Son los siguientes

- Acrecienta de las resistencias a flexión también a compresión en el concreto con la finalidad de eludir el agrietamiento de la estructura debido a los esfuerzos que contraen su volumen a edades tempranas.
- Intensifica su resistencia ante esfuerzos generados por cortante, evitando el uso de elementos de transferencia de cargas.
- Refuerza la resistencia frente al impacto.
- Asocia los componentes del concreto, haciendo de esta una estructura unificada y cohesiva.

1.19.5. Aceptación de las virutas de metal

Según el American Society for Testing and Materiale en sus especificaciones técnicas ASTM A615 A615M, hace referencia a que no se debe depreciar o exigir una limpieza de las barras de refuerzo oxidadas, debido a que la exploración acerca del tema ha demostrado que un porcentaje considerado de elementos oxidados puede conceder mejoría en la adherencia a la mezcla de concreto, siempre y cuando que la condición del elemento no haya variado sus dimensiones en más de 94% respecto al peso nominal

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Descripción general

2.1.1. Zona de estudio

Los materiales a utilizar agregado fino y grueso, se optó por recoger del margen del río Cachi de la cantera Chillico de la familia “Bautista” estas ubicado a 20 km en el C.P. Compañía, distrito de Pacaycasa departamento de Ayacucho, geográficamente se encuentra en las coordenadas 13°05'28.89" Sur y 74°16'28.89" Oeste. Mientras las virutas son obtenidas de taller de metal mecánica tornero de la ciudad de Huamanga - Ayacucho, donde eliminan diversos tipos de virutas de metal, cuyas dimensiones son variables.

Este trabajo se desarrolla en la región de Ayacucho, provincia de Huamanga y en el distrito Carmen Alto. En Figura 7 se muestra el mapa de ubicación.

2.1.2. Ubicación política

Ubicación política

Región: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Carmen Alto

Ubicación geográfica

Latitud: S 531465

Longitud: W 8668646

Altitud: 2761 m.s.n.m.

Figura 7

Mapa de ubicación del proyecto



2.1.3. Características de la zona

Huamanga está situada en la sierra central del Perú, al sureste de la capital, Lima, en la región de Ayacucho, a una altitud promedio de 2761 metros sobre el nivel del mar.

2.2. Ubicación de cantera

Se encuentra a 20 km de Huamanga, en el C.P. de Compañía de distrito de Pacaycasa, Provincia Huamanga, de donde se optó por recoger los áridos. Región de Ayacucho. Geográficamente se encuentra en las coordenadas 13°05'28.89" Sur y 74°16'28.89" Oeste. En Figura 8 y 9 se muestra el sitio de la cantera.

2.2.1. La ubicación geográfica de cantera

Figura 8

Lo zona donde se encuentra la cantera Chillico.



Figura 9

Ubicación de la planta de cantera.



2.3. Materiales y metodologías

2.3.1. Materiales de escritorio

Se incluye material bibliográfico, calculadora, cuaderno A-4, cámara para fotos, y laptop.

2.3.2. Materiales de campo

- Bolsas para el traslado de áridos.

- Balanza electrónica de sensibilidad 0.1gr.
- Recipientes.

2.4. Los procedimientos técnicos

2.4.1. El enfoque.

Cuantitativa, damos por sentado el campo de la estadística en el que se basa este enfoque y analizamos la realidad objetiva utilizando medidas numéricas y análisis estadístico para determinar predicciones en lugar de patrones de comportamiento en la pregunta en cuestión (Hernández, 2014) Teniendo en cuenta que las probetas que han sido elaborados de acuerdo con los objetivos que se han especificado serán sometidos a pruebas de laboratorio, cuyos resultados se cuantificarán mediante el uso de valores numéricos, tablas estadísticas, así como las características y atributos de la muestra de prueba, esta investigación adoptará un enfoque cuantitativo.

2.4.2. Nivel de investigación

“Correlacional, La investigación actual, dada su intención de manipular variables independientes, busca relaciones y los efectos que estas pueden mostrar, básicamente describiendo correlaciones, y la investigación va más allá de la descripción conceptual; es decir, pretenden responder relaciones con variables” (Hernández, 2014, pg.95)

2.4.3. El diseño de la investigación

utilizará un diseño que se considera cuasiexperimental "de uncausa manipulada, el investigador utilizará un diseño que se considera cuasiexperimental” (Hernández, 2014, pg.130). las virutas metálicas recicladas, fueron sometidas a manipulación con el fin de examinar el impacto que estas manipulaciones tenían sobre la variable dependiente, es decir, la resistencia a la compresión del concreto

2.5. La población y la muestra

2.5.1. La población

Según, Tamayo (2012) es la totalidad de un objeto de estudio, incluye las unidades de análisis que abarcan dicho objeto con características comunes observados en lugar y en un momento determinado. Está conformada la población por 18 probetas de concreto tradicional y 54 probetas de concreto adicionada con viruta metálicas recicladas en proporciones de 1%, 3% y 5%, como se muestra en tabla 4.

2.5.2. Muestra

Según, Tamayo (2012) La muestra viene hacer un conjunto de procedimientos que se realizado con el fin de realizar un análisis de la distribución de determinados caracteres del total de una población partiendo de la observación de una fracción de la población, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

La población y muestra que son estudiados

Muestra de probetas	fc' = 210 kg/cm ² edades en días			N° de unidades
	7	14	28	
0%	6	6	6	18
Incorporación de virutas metálicas recicladas (%)	1%	6	6	18
	3%	6	6	18
	5%	6	6	18
Total				72

2.6. Los instrumentos para recopilación de datos

- Guías de observaciones
- Tamices normalizados,
- Máquina compresora de especímenes.
- Cono de Abrams
- Mezcladora tipo trompo de 120 lt,
- Horno eléctrico, balanzas y recipientes
- Certificación de laboratorio

2.7. Técnicas de recolección de información

Muestreo de agregados, metodo de desarrollo (NTP y ASTM), tanto en estado fresco y endurecido , así como documentar los resultados de dichas pruebas .

2.8. Variables

- Variable independiente (X):

Virutas de metal

- Variables dependientes (Y):

Resistencia a compresión.

2.8.1. Operacionalizaciones de variables

La técnica de operacionalización de variables de este trabajo se observa en Tabla 5

Tabla 5*Operacionalización de variables.*

Variabes	Indicadores	Unidades	Técnica e instrumento de recolección de datos
Variabes independientes	Volumen en porcentaje de viruta de metal en 1%, 3% y 5%	% en volumen	Técnicas: observación. instrumentos ASTM C y NTP
Variabes dependientes	Tiempo de fraguado	Días	
Resistencia a compresión	Ensayos de resistencia a compresión	(kg/cm ²)	

2.9. Indicadores**2.9.1. Indicadores independientes**

Volumen de viruta de metal (%).

2.9.2. Indicadores dependientes

Curado (días)

Ensayo resistencia a compresión de concreto (kg/cm²)

2.10. Tratamiento de virutas metálicas

Para la recolección de virutas de metal se visitaron las tornerías que se encuentran en la ciudad de Huamanga con el objetivo de recoger virutas metálicas para utilizarlas como adición a la mezcla de concreto. Para la obtención de las virutas de metal, se describen los siguientes pasos:

Procedimiento

- Se aprovechó los residuos generados de los procesos de moldeo de piezas mecánica de las tornerías que se visitaron. Tal como se observa la recolección de virutas en la Figura 10

Figura 10

Recolección de virutas de metal



- Después de realizar la recolección de las virutas de metal se hace el desembrollo manualmente, Las virutas poseían una longitud variable, promedio entre 1 a 30 cm y una sección transversal que oscilaba entre 0.5 mm a 2mm. y el ancho es de 0.5 mm a 5 mm a tal como se observa en la figura la figura 11

Figura 11

Medidas de virutas de metal



- Luego se procederá a realizar el corte de virutas de metal a los que tenían mayor longitud de 6 cm, manualmente con ayuda de herramientas manuales de longitudes que oscilan de 1 a 6 cm para su buena trabajabilidad en el proceso de mezclado de concreto. Se ve en Figura 12.

Figura 12

Material resultante de virutas de metal



2.11. Ensayos realizados en laboratorio para los agregados.

EL material a utilizar agregado fino y grueso, se optó por recoger del margen del río Cachi de la cantera Chillico de la familia “Bautista” estas ubicado a 20 km en el C.P. compañía, distrito de Pacaycasa departamento de Ayacucho, geográficamente se encuentra en las coordenadas 13°05'28.89" Sur y 74°16'28.89" Oeste. Esto garantizará la adherencia a NTP 400.037. se presenta en Figura 13.

Figura 13

Traslado de agregados de cantera.



2.11.1. Ensayo de contenido de humedad de los agregados

Realizado de acuerdo con las pautas proporcionadas en NTP 339.185 o ASTM C 566, lo que implica secar una muestra de agregado en un horno eléctrico o en un horno para determinar el porcentaje de humedad presente. La prueba de humedad se muestra en figura 14.

2.11.1.1. Equipos para ensayo

Recipientes, balanzas, horno eléctrico.

2.11.1.2. Procedimiento

- Se pesó recipiente (W_r), luego se obtuvo una porción del material representativo del árido en el recipiente y tomar el peso ($W_m + \text{recip.}$), finalmente se coloca en el horno eléctrico a 105°C y se deja durante 24 horas.
- Pasado las 24 horas en horno eléctrico y se toma el peso seco (W_{sm}). Luego se calculó con la ecuación 2.1 y 2.2 el contenido de humedad.

$$W\% = \frac{W_{\text{agua}}}{W_{\text{seco}}} \quad \text{Ec. (2.1)}$$

$$W_{\text{agua}} = \text{muestra húmeda} - W_{\text{seco}} \quad \text{Ec. (2.2)}$$

Figura 14

Pesaje para contenido húmeda



2.11.2. Ensayo granulométrico de los agregados

Su objetivo es establecer la gradación de los agregados, según estipulado en la norma NTP 400.012 o ASTM C33.

2.11.2.1. Análisis granulométrico de agregado grueso

Con el tamaño máximo del agregado grueso a analizar, se obtuvo una muestra representativa mayor a 5 kilogramos, con el fin de realizar el análisis granulométrico del agregado grueso. Este estudio se realizó de acuerdo con la NTP 400.012. La masa mínima de la muestra de prueba se muestra en la Tabla 6

Tabla 6

La masa mínima de la muestra para prueba

Tamaño máximo abertura cuadradas		Pesos mínimos para la muestra	
mm	Pulg	kg	lb
9.5	3/8	1	2
12.5	1/2	2	4
19	3/4	5	11
25	1	10	22
37.5	1 1/2	15	33
50	2	20	44
63	2 1/2	35	77
75	3	60	130
90	3 1/2	100	220
100	4	150	330
125	5	300	660

Fuente. Rivva 2002

2.11.2.2. Los equipos utilizados.

- Balanza con sensibilidad de 0.1gr.
- Mallas normalizadas (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4 y fondo).
- Horno eléctrico.

- Recipientes.

2.11.2.3. Procedimiento realizado:

- Para la muestra a ensayar se obtuvo una porción del agregado grueso, la cual fue secada en un horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C
- Luego realizar el ensayo de granulometría de la muestra representativa que es obtenido a partir del cuarto como se observa en la Figura 15.
- Realizado el ensayo se calcula el porcentaje retenido en cada tamiz, y su desarrollo representación gráfica de curva granulométrica. Con la ecuación 2.3 se calcula porcentaje retenidos parciales

$$\% \text{ Retenidos parciales} = \frac{Pr}{Pst} * 100 \quad \text{Ec. (2.3)}$$

Donde

Pr = Peso tomado en cada tamiz.

Pst = Peso seco total.

Figura 15

Muestreo y cuarteo de agregado grueso.



Es tamizado por separado utilizando una malla hasta que no fluyera más material. Para cada uno de los tamices especificados en la norma anteriormente descrita, Este proceso repetido. como visto en la Figura 16.

Figura 16

Ensayo de granulometría de agregado grueso



2.11.2.4. análisis granulométrico de agregado fino

De acuerdo con NTP 400.012, que especifica que se debe tomar una muestra mínima para el agregado fino se requiere muestra de 300 gramos, se obtuvo una muestra representativa de 669,0gr para el análisis granulométrico del agregado fino.

2.11.2.5. Los equipos utilizados.

- Balanza de sensibilidad de 0.1 gr.
- Mallas normalizadas (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, fondo)
- Horno eléctrico 105 °C
- Recipientes

2.11.2.6. Procedimiento realizado:

- Para la muestra representativa a ensayar, la cual se deja en horno durante 24 horas a una temperatura de 105°C para su respectivo secado (kg)

- Pasada las 24 horas de la muestra se obtiene 669.0 gr. Que cumplió 300gr como mínimo requisito establecido en la NTP.
- Se utilizan las mallas normalizadas y luego se realiza el tamizado de la muestra para pesar las muestras retenidas en cada tamiz este proceso se lleva durante a más de 10 minutos. cómo se observa en Figura18.
- Se realiza el pesado de material retenido en cada malla o tamiz luego se anota todos los datos correspondientes en cada tamiz.
- Finalmente se realiza el cálculo del porcentaje retenido, acumulados y su respectivo proceso de la gráfica de la curva granulométrica y su módulo de finura. Con la ecuación 2.4 se calcula porcentaje retenidos parciales.

$$\% \text{ Retenidos parciales} = \frac{Pr}{Pst} * 100 \quad \text{Ec. (2.4)}$$

Donde

Pr = Peso tomado en cada malla.

Pst = Peso seco total.

Figura 17

Cuarteo de agregado fino para el ensayo granulométrico



Figura 18

Ensayo granulométrico de agregado fino.



Después de realizar el ensayo se obtiene la granulometría del agregado fino recogido de la cantera Chillico, se muestra en los resultados.

2.11.3. Ensayo de peso unitario suelto de los agregados

Las pruebas realizadas para determinar los pesos unitarios de los agregados, tanto sueltos como compactados, se basan en NTP 400.017, generalmente tomando en cuenta ASTM C -29.

Materiales

Muestra representativa de agregado grueso (kg).

Equipos

- Recipiente o molde
- Balanza
- Cucharón de 1 kg.

Procedimientos

- Se toma el peso del recipiente o molde (W_{mol})

- Se vierte el agregado en dentro del recipiente de forma circular y uniforme, a una altura aproximada de 1 ½” por encima del molde sin ejercer ninguna presión, La figura 19 y 20 ilustra la homogeneidad de la caída agregada de los agregados.
- El agregado se pesa ($W_{\text{mol}} + \text{muestra}$) después de ser nivelado en el molde.
- Las muestras típicas del agregado fueron sometidas a tres (3) ensayos consecutivos tanto para el agregado fino y grueso.
- El peso unitario suelto se calcula de la siguiente manera con la ecuación 2.5 y 2.6:

$$P_u = \frac{W_{\text{muestra}}}{V_{\text{molde}}} \quad \text{Ec. (2.5)}$$

$$V_m = \frac{\pi}{4} * D^2 * h \quad \text{Ec. (2.6)}$$

Figura 19

Ensayo de P.U. Suelto del agregado grueso



Figura 20

Ensayo del P.U. Suelto del agregado fino.



2.11.4. Ensayo de peso unitario compactado de los agregados

Materiales

Muestra representativa de los áridos (kg).

Equipos

- Recipiente o molde.
- Varilla de acero liso de 5 /8".
- Balanza
- Comba de 500gr
- Cucharón de 1 kg.

Procedimientos

- Primero tomamos el peso del recipiente o molde (W. mol.)
- Se vierte los áridos en tres capas homogéneas, en cada capa se realiza 25 varillados y en los laterales se aplica 10 golpes con comba. Como se observa en Figura 21 y 22.
- El agregado se pesa (W mol + muestra) después de ser varillado en tres capas y ser nivelado en el molde.
- Se realizaron dos (2) muestras aleatorias representativas de los áridos en secuencia.

- La densidad unitario compacto se calcula de la siguiente manera con la ecuación 2.7:

$$P_{uc} = \frac{W_{muestra}}{V_{molde}} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

Donde:

W muestra = Peso del árido compacto

V molde = Volumen del molde.

Figura 21

Ensayo de P.U. compactado del agregado grueso.



Figura 22

Ensayo de P.U. compactado del agregado fino



2.11.4. Ensayo de peso específico y absorción de agregados.

2.11.4.1. Peso específico y absorción de agregado fino

Realizamos de acuerdo a la NTP 400.12 y/o ASTM C127 donde detallan los diferentes procesos para obtener la masa específica del agregado fino. Según lo mencionada en la norma se utiliza la densidad de masa seca o peso específico de masa.

Las condiciones son las siguientes:

- Densidad específica de masa seca o de los sólidos.
- Densidad específica SSS.
- Densidad específico aparente.

Materiales

Muestra de árido grueso (Kg).

Equipo Utilizado:

- Balanza de sensibilidad 0.1gr.
- Horno eléctrico.
- Recipientes.
- Fiola o matraz.
- Pipeta.

Procedimiento

- Primero del árido tomado de la cantera se realiza el cuarteo y luego se recoge de forma diagonal y se deja en horno durante 24 horas hasta obtener peso seco (kg)
- Pasada las 24 horas se sumerge por completo en agua con recipiente durante un periodo de no menos 24 horas hasta que logre la saturación completa como se presenta en la figura 23.

- Transcurrido el tiempo previsto, se procede a retirar el árido fino y luego se deja para que evapore el agua excedente, hasta llegar al punto de SSS. a una temperatura del ambiente.

Figura 23

Sumergido de agregado fino para la prueba de masa específica.



- El material superficialmente seco se realiza a pesar un aproximado de 500 gr. de agregado fino para verter en la fiola, antes de verter el material se pesan las Fiola más agua hasta su capacidad correspondiente.
- Luego se vierte el agregado fino en la fiola, con un cocharon y para no perder se ayudó con un cono.
- Se procede a agitar en un tiempo de 6 a 10 minutos Al finalizar el proceso de agitación, se añadió más agua hasta alcanzar los 500 mm se presenta en la Figura 24.
- Concluido el procedimiento de agitación, se añadió más agua hasta alcanzar su capacidad establecido y luego de ello se toma el peso de (fiola + msss + agua).

Figura 24

Procedimiento de ensayo de peso específico del agregado fino.



El material se vertió en un recipiente y después se sometió al secado en horno de 105 °C en un periodo de 24 horas trascurrido el tiempo previsto se anota el peso de agregado fino seca.

2.11.4.2. Peso específico y absorción de agregado grueso

Se desarrollo según la NTP 400.022 basado en ASTM C127. permite determinar el valor del cociente entre la masa del material y su peso sin vacíos, información que será utilizada en los diseños de concreto.

Materiales

Muestra de agregado grueso (kg)

Equipos Utilizados:

- Balanza de sensibilidad de 0.1 gr.
- Recipientes.
- Horno electrónico.
- Recipiente con agua.
- Canastilla, metálica

Procedimientos.

- Primero del árido tomado de la cantera se realiza el cuarteo y luego se recoge de forma diagonal y se deja en horno durante 24 horas hasta obtener peso seco (kg)
- Pasada las 24 horas se sumerge por completo en agua con recipiente durante un periodo de no menos 24 horas hasta que logre la saturación completa.
- Transcurrido el tiempo previsto, se procede a retirar del agua y deja para que el agregado evapore el agua excedente, luego se extendió y con una franela se hace el secado hasta que se pierda la lámina de agua, como se presenta en la figura 25.
- Luego se toma el peso del canastilla o cesto sumergido en recipiente con agua, de igual manera se toma el peso del árido grueso aproximadamente de 1.32kg luego se vierte en la canastilla.

Figura 25

Secado de agregado grueso



- Realizado el paso anterior se coloca en un recipiente con agua y luego se procede a pesar el agregado mientras está sumergido.

- Finalmente se vierte el agregado de la canastilla a un recipiente y se deja en horno de 105°C en un periodo de 24 hr. para obtener su grado de absorción tomando el peso seco.

2.12. Diseño de concreto con cemento tipo I

Para establecer los valores de los diferentes materiales, utilizaremos la técnica de diseño desarrollada por el comité 211 de ACI. Este procedimiento se basa en tablas que pueden utilizarse para obtener los valores. serie de procesos que al seguirlos nos permiten realizar la mezcla adecuada para el trabajo a realizar en función de las características de los materiales que se requieren para poder estimar las cantidades de materiales que se requieren para preparar una unidad cúbica de concreto. (Rivva, 2007).

2.12.1. Determinación de resistencia promedio

Considerando que no existen datos históricos sobre la desviación estándar, el cálculo de la resistencia promedio para el diseño se deriva tomando en consideración lo siguiente de la tabla 7.

Tabla 7

Resistencia promedio a la compresión.

f'_c (kg/cm ²)	f'_{cr} (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

Fuente: Diseño de Mezclas (Rivva, 2012).

Teniendo en cuenta que la resistencia de diseño (f'_c) es 210 kg/cm² entonces:

$$\text{Si } f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$$

Po lo tanto es: $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$

2.12.2. El Tamaño máximo nominal

El tamaño máximo obtenido del ensayo granulométrico del árido grueso se obtiene siendo esta. Tamaño Máximo: 1pulg. y Tamaño Máximo Nominal: $\frac{3}{4}$ pulg. Por lo tanto, utilizamos para el diseño de mezcla estos datos.

2.12.3. Asentamiento

Se considerará un Slump trabajable de la Tabla 8, el cual se optará de 3" a 4" (plástica).

Tabla 8

Consistencia de mezcla.

Consistencia	Asentamiento
Seca	0 a 2"
Plástica	3 a 4"
Fluida	$\geq 5"$

Fuente. Diseño de Mezclas (Rivva, 2012).

Consistencia plástica para el hormigón con un asentamiento de (3 a 4pulg.) para garantizar su trabajabilidad. Con estos datos se realizó el diseño de concreto.

2.12.4. Volumen unitario del agua de diseño

De acuerdo con las recomendaciones del comité ACI 211, para determinar el volumen unitario de agua se toman en consideración los siguientes criterios, (Concreto sin aire incorporado, Tamaño máximo nominal es $\frac{3}{4}$ " y Asentamiento entre 3" a 4").

Tabla 9*Volumen unitario de agua.*

Asentamiento	TMN de agregados, Agua en Lt/m ³							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1 a 2 pulg.	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4 pulg.	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7 pulg.	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con Aire incorporado								
1 a 2 pulg.	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4 pulg.	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7 pulg.	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente. Diseño de Mezclas (Rivva, 2012).

En base a los parámetros antes mencionados y a la Tabla 9 recibida de ACI 211, podemos obtener el volumen unitario de agua de 205 lt/m³.

2.12.5. Porcentaje de aire atrapado

El concreto no se considera que tenga aire incorporado, el porcentaje de aire atrapado se calcula utilizando la Tabla 10. Para determinar la cantidad de aire atrapado, es necesario tener en cuenta el tamaño nominal máximo nominal.

Tabla 10*Contenido de aire retenido.*

TMN (Pulg)	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

*Fuente. Diseño de Mezclas (Rivva, 2012).***2.12.6. Determinación de relación agua cemento**

Teniendo en cuenta que el f'_{cr} es 294 kg /cm², de la Tabla 11, se obtiene los datos para desarrollar la interpolación de relación A/C.

Tabla 11*Relación agua cemento en función de la resistencia*

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

Fuente. Diseño de Mezclas (Rivva, 2012).

La relación A/C obtenido es 0.56.

2.12.7. Determinación del factor cemento

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relacion Agua - Cemeneto}}$$

$$\text{Factor Cemento} = \frac{205 \text{ lt/m}^3}{0.56}$$

$$\text{Factor Cemento} = 366.07 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \rightarrow \text{Factor Cemento} = \frac{366.07 \text{ kg/m}^3}{42.5 \text{ kg}}$$

$$\therefore \text{Factor Cemento} = 8.613 \text{ bol/m}^3$$

2.12.8. Determinación de volúmenes absolutos.

El volumen absoluto es obtenido del peso obtenido del cemento, el agua y de agregado grueso. En la Tabla 12 y Tabla 13 se muestra el resumen de materiales a utilizar

Tabla 12

Componentes por m³ de concreto

componentes para 1m ³ de concreto para f'c:210 kg/cm ²	
Cemento	366.07 Kg/m ³
Agua	187.81 Lt/m ³
Grava	954.33 Kg/m ³
Arena	775.75 Kg/m ³
Total	2283.97 Kg/m ³

Fuente. HHC-Laboratorio de mecánica de suelos (2024)

Tabla 13*Resumen de componentes para una bolsa de cemento*

componentes para 1bols. de cemento para $f'c$: 210 kg/cm ²	
Cemento	42.50 Kg
Agua	21.80 Lt
Grava	110.80 Kg
Arena	90.06 Kg
Total	265.16 kg

*Fuente. HHC-Laboratorio de mecánica de suelos (2024)***2.12.8.1. Dosificación de virutas de metal**

Se realizó utilizando tres proporciones de virutas metálicas recicladas, para obtener el peso de virutas metálicas recicladas se realiza de acuerdo al peso del cemento estos resultados o datos se muestra en las Tablas 14 y 15. Para su posterior uso en la elaboración del concreto.

Tabla 14*Dosificaciones con virutas de metal para 1 m³ de concreto*

% de virutas de metal	Concreto diseño $f'c$ (kg/cm ²)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Agua diseño (lt)	Virutas de metal (kg)	Total (kg/m ³)
0%	210.00	366.07	775.75	954.33	187.81	0.00	2283.96
1%	210.00	366.07	775.75	954.33	187.81	3.66	2287.62
3%	210.00	366.07	775.75	954.33	187.81	10.98	2294.94
5%	210.00	366.07	775.75	954.33	187.81	18.30	2302.26

Fuente. HHC-Laboratorio de mecánica de suelos (2024)

Tabla 15*Dosificación con virutas de metal para una bolsa de cemento*

% de virutas de metal	Concreto diseño f'c (kg/cm2)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Agua diseño (lt)	Virutas de metal (gr)	Total (kg/bol)
0%	210.00	42.50	90.06	110.79	21.80	0.00	265.15
1%	210.00	42.50	90.06	110.79	21.80	425.00	265.58
3%	210.00	42.50	90.06	110.79	21.80	1275.00	266.43
5%	210.00	42.50	90.06	110.79	21.80	2125.00	267.28

*Fuente. HHC-Laboratorio de mecánica de suelos (2024)***2.13. Elaboración de probetas**

El concreto para prueba se prepararon según lo establecido en la norma NTP 339.033. la preparación de mezclas de ensayo en laboratorio, donde se establecen los procedimientos necesarios para la elaboración de mezclas de prueba de concreto en laboratorio.

Moldes: Se usaron moldes de forma cilíndrica 6" x 12" (15cm x 30cm); según requisitos de la norma ASTM C31.

2.13.1. Los equipos utilizados

Los equipos para procesamiento que son necesarias es:

- Mezcladora tipo trompo de 210 lt.
- Moldes de 6" x 12".
- Cucharon y plancha metálica para el muestreo.
- Varilla lisa 5/8" de longitud de 60cm.
- Comba de 500 gr.

2.13.2. Procedimiento

- Para realizar la mezcla, se procedió como primer paso pesar cada uno de los materiales de acuerdo a la cantidad de material para el diseño, y luego se vertió en la mezcladora como se presenta en figura 26.

Figura 26

Preparación de mezcla para la elaboración de testigos



- Después de mezclar de 3 a 4 minutos se procede a incorporar las virutas metálicas recicladas y homogenizar.
- Los moldes se colocan en una superficie plana y nivelada fuera de vibraciones.
- Se aplicó con el desmoldante en el molde para facilitar el desmolde de concreto.
- Vertimos el concreto en dentro del molde con la ayuda de un cocharon en tres capas de igual volumen cada una.
- Se hace el varillado en las tres capas haciéndose un varillado de 25 veces en cada capa sin ejercer presión fuerte ni liviano en forma de espiral, después con comba golpeamos suavemente alrededor del molde de 10 a 15 golpes para liberar el aire que haya quedado atrapado dentro de las muestras. Tal como se observa en la Figura 27.

Figura 27

Varillado de la mezcla en los moldes.



- Enrazamos la parte superior ayudándonos de una plancha y dejamos lisa y nivelada.
- Finalmente se guardan en un ambiente fuera de vibraciones y donde que no llegue el sol.

2.14. Desmolde y curado de los testigos

Este procedimiento se efectuó mediante el uso de las normas NTP 339.033, ASTM C31; luego de terminar con el llenado de los moldes, se deja reposar en una zona adecuada para que después de 24 horas, realizar el desmolde de las probetas, hecho esto se marca en la cara circular de los especímenes con un bolígrafo indeleble las anotaciones como el tipo de resistencia, fecha de moldeo, % de virutas de metal y tiempo de curado. Luego de esto se colocan los moldes en una poza para el curado respectivo, se presenta en la Figura 28.

Figura 28

Curado de probetas de concreto.



2.15. Ensayo de la consistencia o "slump"

Para evaluar el asentamiento de la mezcla producido, se siguieron las indicaciones establecidas en ASTM C 143. Se utilizó el cono de Abrams, una varilla lisa con de 5/8" y una plancha metálica.

2.15.1. Procedimientos

- Una vez finalizado de proceso de mezclado del hormigón, se toma una muestra de hormigón y luego se rellena en el cono de Abrams en tres capas de volúmenes iguales
- En cada capa se hace el varillado de 25 veces con la ayuda de varilla lisa de 5/8".
- Después de retirar el cono a intervalos que varían entre 5 a 10 segundos, se invierte posteriormente el cono y se mide a la altura promedio del hormigón que se ha asentado, como se ve en la Figura 29.

Figura 29

Ensayo de consistencia del concreto



2.16. Ensayo a resistencia a compresión

Con los métodos que se detallan NTP 339.0334 o ASTM C 39 se examinaron las muestras. Las muestras estarán sujetas a la carga axial hasta que presente la falla o rotura. Los equipos que se utilizaron son el compresor y las muestras.

Para determinar la resistencia se debe utilizar la siguiente ecuación 2.8.

$$R_c = \frac{4P}{\pi * D^2} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

Donde:

Rc: Resistencia a la rotura

P: Carga máxima aplicada.

D: Diámetro de la probeta

Las muestras se ensayaron a la edad de 7 días, 14 días y 28 días con fines de obtener la resistencia a la compresión, se realizaron 6 especímenes para cada edad y tipo de concreto respectivamente se presenta en la Figura 30

Figura 30

Prueba de compresión de testigos



CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUCIONES

3.1. Resultados.

3.1.1. Resultados de granulometría de los agregados

Los siguientes resultados se muestran en el Anexo 03 y se proporcionan a continuación.

Tabla 16

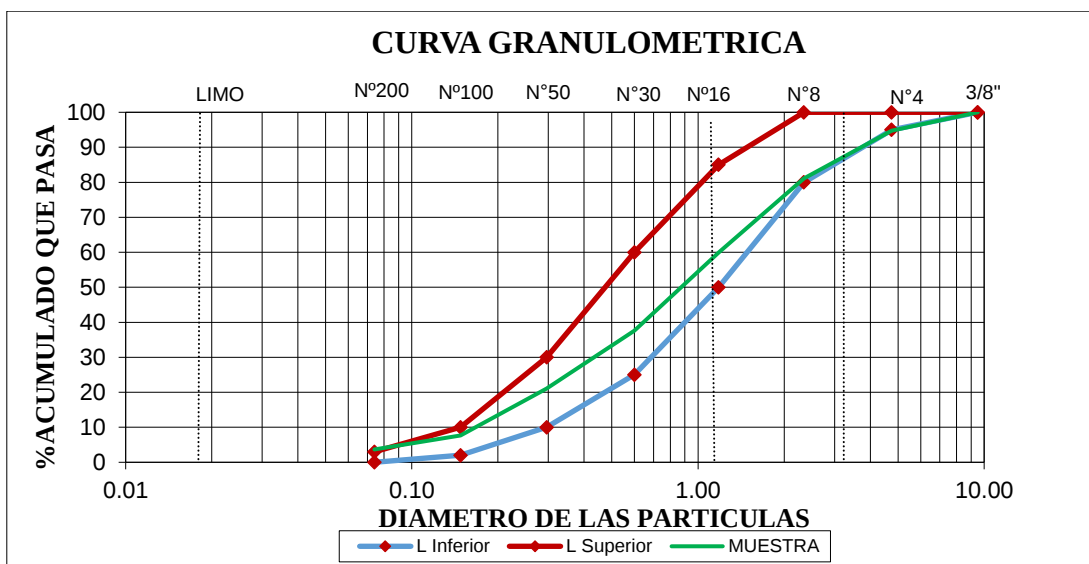
Resultado de granulometría de agregado fino

Wm. 669.00 gr.					
Tamiz N°	Abertura (mm)	W. Retenido (gr)	% Retenido	% retenido acumulado	% que pasa
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	35.20	5.26	5.26	94.74
8	2.34	91.00	13.60	18.86	81.14
16	1.18	141.80	21.20	40.06	59.94
30	0.60	149.40	22.33	62.39	37.61
50	0.30	110.40	16.50	78.89	21.11
100	0.15	89.70	13.41	92.30	7.70
200	0.07	26.90	4.02	96.32	3.68
Fondo		4.00	0.60	96.92	3.08
Lavado		20.60	3.08	100.00	0.00
M.F.				2.98	

El resultado de granulometría obtenida del agregado fino se encuentra entre los límites dados por la norma (NTP 400.012.2013). Tal como se muestra en la Tabla 16. Finalmente se obtuvo el MF de la muestra siendo este de 2.98, cumpliendo entre los rangos de: $2.3 < M.F. < 3.1$, establecidos por la norma.

Figura 31

Resultado de curva granulométrica del agregado fino.



De la Figura 31 se observa, la curva granulométrica del agregado fino se encuentra dentro del rango de las curvas límites inferior y superior, que fueron realizadas por (NTP 400.012.2013).

Tabla 17

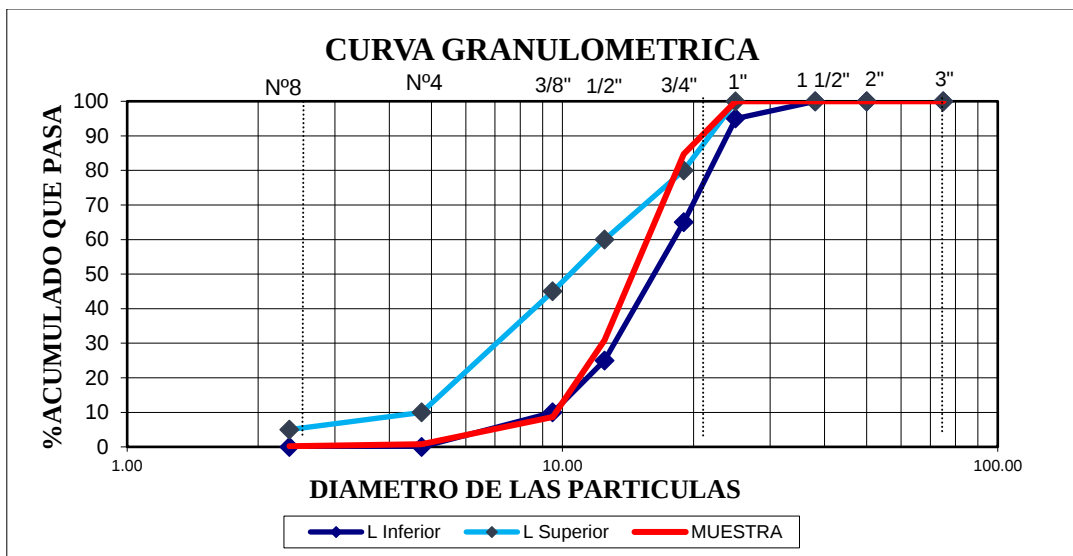
Resultado de granulometría de agregado grueso

Peso de la muestra		25647.01 gr.			
Tamiz	Abertura	W. Retenido	Retenido	Porcentaje retenido	Porcentaje
N°	(mm)	(gr)	(%)	acumulado (%)	que pasa
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	3916.00	15.27	15.27	84.73
1/2"	12.50	13813.00	53.86	69.13	30.87
3/8"	9.50	5695.00	22.21	91.33	8.67
4	4.75	2019.00	7.87	99.20	0.80
8	2.36	155.00	0.60	99.81	0.19
fondo	0.00	0.75	0.00	99.81	0.19
lavado	0.00	48.26	0.19	100.00	0.00

La granulometría obtenida del agregado grueso se encuentra dentro de los rangos dados por la norma (NTP 400.012.2013). Tal como se muestra en Tabla 17. Finalmente se obtuvo un (TM) de 1" y (TMN) de 3/4".

Figura 32

Curva granulométrica del agregado grueso.



Presentado la Figura 32 se observa la curva granulométrica del agregado grueso se sitúa entre los rangos de la curva límite inferior y superior definidas por la NTP 400.012.2013. Sin embargo, presenta una leve desviación en el tamiz N°3/4, con un valor del 15.27 % (porcentaje que pasa), en comparación con el 10 % del límite superior.

3.1.2. Resultado de peso específico y absorción

Tabla 18

Resultado de específico y grado de absorción de agregado fino

Muestra	1	2	Promedio
A Peso de muestra seca al horno (105°C) (gr.)	484.10	489.91	
B Peso de fiola llenado de agua (gr.)	675.20	675.10	
C Peso de fiola llenado de la muestra y agua (gr.)	981.40	980.90	
S Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr.)	500.00	500.00	
Peso específico = $A/(B+S-C)$ (gr/cm ³)	2.50	2.52	2.51
Grado de absorción = $[(S-A)/A] \times 100$ (%)	3.28%	2.06%	2.67%

Tabla 19

Resultado de peso específico y grado de absorción de agregado grueso

Muestra	1	2	Promedio
A Peso de la muestra seca al horno estufa (105°C) (gr.)	1299	1305.6	
B Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr.)	1323.3	1330	
C Peso de la muestra sumergida (gr.)	817.8	822.1	
Peso específico = $A / (B - C)$ (gr/cm ³)	2.57	2.571	2.57
Grado de absorción = $(B - A) * 100 / A$	1.87 %	1.87 %	1.87%

De presentados Tabla 18 y Tabla 19 se pueden observar para agregados fino el valor obtenido de peso específico es 2.51 gr/cm³ y un grado de absorción de 2.67%. por otro lado, para agregado grueso el valor obtenido de peso específico es 2.57 gr/cm³ y un porcentaje de absorción es 1.87%. Cabe mencionar que el agregado fino tiene grado de absorbencia que es 2,67% mayor que el agregado grueso.

3.1.3 Resultado de contenido de humedad

Tabla 20

Resultado de contenido de humedad para agregados fino

Ensayos	1	2
Recipiente	T-11	T-12
A Peso recipiente (gr)	12.1	11.8
B Peso húmedo de la muestra + recip. (gr)	99	93
C Peso de muestra seca + recip. (gr)	94.4	88.7
D Peso húmedo (B-C) (gr)	4.6	4.3
E Peso muestra seca C-A (gr)	82.3	76.9
Contenido de humedad (%) (D/E) *100	5.59	5.59
Contenido de humedad (prom.) (%)	5.59	

Tabla 21

Resultado de contenido de humedad para agregados grueso

Ensayo	1	2
Recipiente	T-10	T-13
A Peso recipiente (gr)	11.7	12.1
B Peso húmedo de la muestra + recip. (gr)	99	93
C Peso de muestra seca + recip. (gr)	97.8	91.85
D Peso húmedo (B-C) (gr)	1.2	1.15
E Peso muestra seca C-A (gr)	86.1	79.75
Contenido de humedad (%) (D/E) *100	1.39	1.44
Contenido de humedad (prom.) (%)	1.42	

De los datos que se muestra en las Tablas 20 y 21. se presenta el contenido de humedad correspondiente al agregado fino es 5.59%. para los agregados gruesos el contenido de humedad es 1.42%. y tomamos en cuenta el contenido de humedad del agregado fino es mayor que el del agregado grueso.

3.1.4. Resultado de ensayo de peso unitario

Tabla 22

Resultado de peso unitario suelto para agregado fino

Peso unitario suelto	1	2	3
A Peso del molde (Kg)	0.85	0.85	0.85
B Volumen de recipiente (m3)	0.0054	0.0054	0.0054
C Peso del molde + peso de la muestra (Kg)	9.956	10.065	10.110
D Peso de la muestra suelta (C-A) (Kg)	9.106	9.215	9.260
Peso suelto unitario (D/B) (Kg/m3)	1683.75	1703.90	1712.22
Promedio de peso suelto unitario (Kg/m3)	1699.96		

Tabla 23

Resultado de peso unitario suelto para agregado grueso

Peso unitario suelto	1	2	3
A Peso del recipiente (Kg)	0.85	0.85	0.85
B Volumen de recipiente (m3)	0.0054	0.0054	0.0054
C Peso del recipiente + peso de la muestra (Kg)	8.327	8.403	8.374
D Peso de la muestra suelta (C-A) (Kg)	7.477	7.553	7.524
Peso unitario suelto (D/B) (Kg/m3)	1382.54	1396.59	1391.23
Promedio de peso unitario suelto (Kg/m3)	1390.12		

De acuerdo a las Tablas 22 y 23, agregado fino tiene un peso unitario suelto de 1699.96 kg/m³, mientras el agregado grueso obtiene un peso unitario suelto de 1390.12 kg/m³. Es preciso mencionar, el peso unitario suelto del agredo fino es mayor que el del agregado grueso.

Tabla 24*Resultado de peso unitario compactado de agregado fino*

peso unitario compactado	1	2
A Peso del molde (Kg)	0.85	0.85
B Volumen de molde (m3)	0.0054	0.0054
C Peso del recipiente + peso de la muestra (Kg)	11.241	11.091
D Peso de la muestra compactada (C-A) (Kg)	10.391	10.241
Peso unitario compactado (D/B) (Kg/m3)	1921.35	1893.61
Promedio de peso unitario compactado (Kg/m3)	1907.48	

Tabla 25*Resultado de peso unitario compactado de agregado grueso*

peso unitario suelto	1	2
A Peso del molde (Kg)	0.85	0.85
B Volumen de molde (m3)	0.0054	0.0054
C Peso del recipiente + peso de la muestra (Kg)	9.351	9.256
D Peso de la muestra compactada (C-A) (Kg)	8.501	8.406
Peso unitario compactado (D/B) (Kg/m3)	1571.88	1554.31
Promedio de peso unitario compactado (Kg/m3)	1563.10	

Según las Tablas 24 y 25, del agregado fino tiene un peso compactado unitario de 1907.48 kg/m³, mientras el agregado grueso presenta una masa compactado unitario de 1563.10 kg/m³. Esto indica que el peso unitario compactado del agregado fino es superior al del agregado grueso.

3.1.6. Resultados de la rotura de concreto

Tabla 26

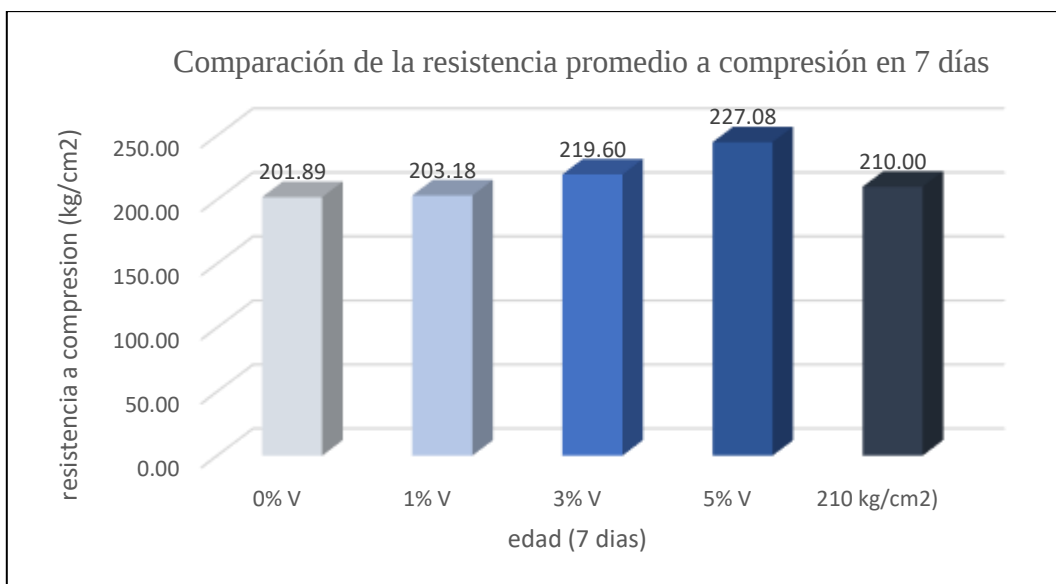
Resultados de la prueba de resistencia a la compresión a los 7 días.

Probetas	% de virutas metálicas	Resistencia de falla (kg/cm ²)	Resistencias promediadas (kg/cm ²)	%	Variación
P-1	0% virutas	187.54	201.89	100.00%	0.00%
P-2		206.32			
P-3		215.26			
P-4		220.27			
P-5		189.38			
P-6		192.55			
P-1	1% virutas	196.13	203.18	100.64%	0.64%
P-2		195.91			
P-3		202.93			
P-4		192.76			
P-5		216.86			
P-6		214.51			
P-1	3% virutas	212.62	219.60	108.78%	8.13%
P-2		229.25			
P-3		190.95			
P-4		230.49			
P-5		227.20			
P-6		227.10			
P-1	5% virutas	224.31	227.08	112.48%	12.48%
P-2		228.04			
P-3		230.72			
P-4		227.79			
P-5		225.80			
P-6		225.83			

Según la Tabla 26 se obtiene que las resistencias promedias con mayor valor son concreto incorporada con 5% de virutas de metal siendo 227.08 kg/cm² que muestra una variación de 112.48% respecto al valor de concreto control con 0% de virutas de metal, es mencionar tuvo una variación de 12.48% más, esta ha mejorado la característica mecánica a compresión a la edad de 7 días.

Figura 33

Resistencia promedio de la compresión a los 7 días



De la Figura 33 se deduce la capacidad de resistencias promedios a compresión del concreto a la edad de 7 días con la incorporación de 1%, 3% y 5% virutas de metal reciclado la resistencia a compresión aumenta en comparación con al concreto de control. Y podemos mencionar con respecto al concreto diseño $f'_c=210$ kg/cm² a los 7 días no supera el concreto con 0% y 1% de virutas de metal reciclado, mientras con 3% y 5% de virutas de metal supera al concreto diseño.

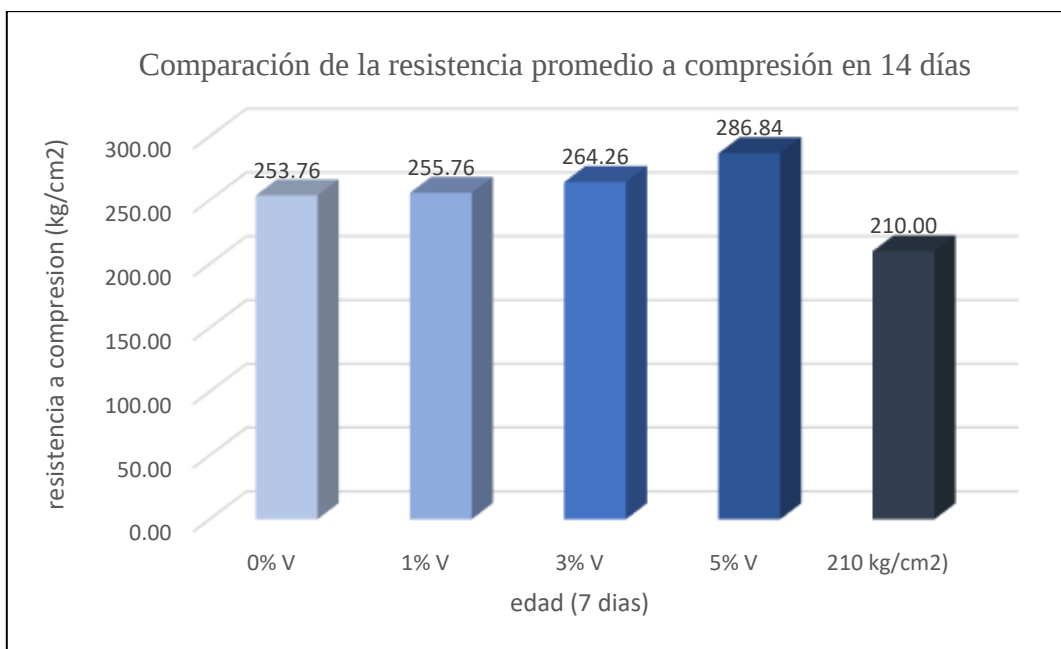
Tabla 27*Resultados de la prueba de resistencia a la compresión a los 14 días*

Probetas	% de virutas metálicas	Resistencia de falla (kg/cm2)	Resistencias promediadas (kg/cm2)	%	Variación
P-1	0% virutas	232.59	253.76	100.00%	0.00%
P-2		244.84			
P-3		260.85			
P-4		255.14			
P-5		261.81			
P-6		267.31			
P-1	1% virutas	262.78	255.76	100.79%	0.79%
P-2		266.75			
P-3		258.64			
P-4		249.80			
P-5		244.00			
P-6		252.61			
P-1	3% virutas	271.60	264.26	104.14%	4.14%
P-2		261.85			
P-3		255.10			
P-4		284.78			
P-5		231.71			
P-6		280.55			
P-1	5% virutas	293.59	286.84	113.04%	13.04%
P-2		287.66			
P-3		321.24			
P-4		281.68			
P-5		246.76			
P-6		290.10			

Según la Tabla 27 se puede observar que la resistencia promedio con mayor valor es concreto incorporada con 3% y 5% de virutas de metal reciclado siendo 264.26 kg/cm² y 286.84 kg/cm² que representa un 104.14% y 113.04% con respecto al valor de concreto de control con 0% de virutas de metal, es decir que se incrementó en un 4.14% y 13.04% más, mejorando así esta propiedad mecánica a la edad de 14 días.

Figura 34

Resistencia promedio de la compresión a los 14 días



De la Figura 34 se deduce que la resistencia promedio a compresión de la probeta a la edad de 14 días con la incorporación de 3% y 5% de virutas de metal reciclado, la resistencia a compresión aumenta, mientras el concreto con 1% de virutas de metal reciclado es superior en mínimo, en comparación con el concreto control, con respecto al concreto diseño $f'_c=210$ kg/cm² a los 14 días concreto incorporado con 0%, 1%, 3% y 5% de virutas de metal superan.

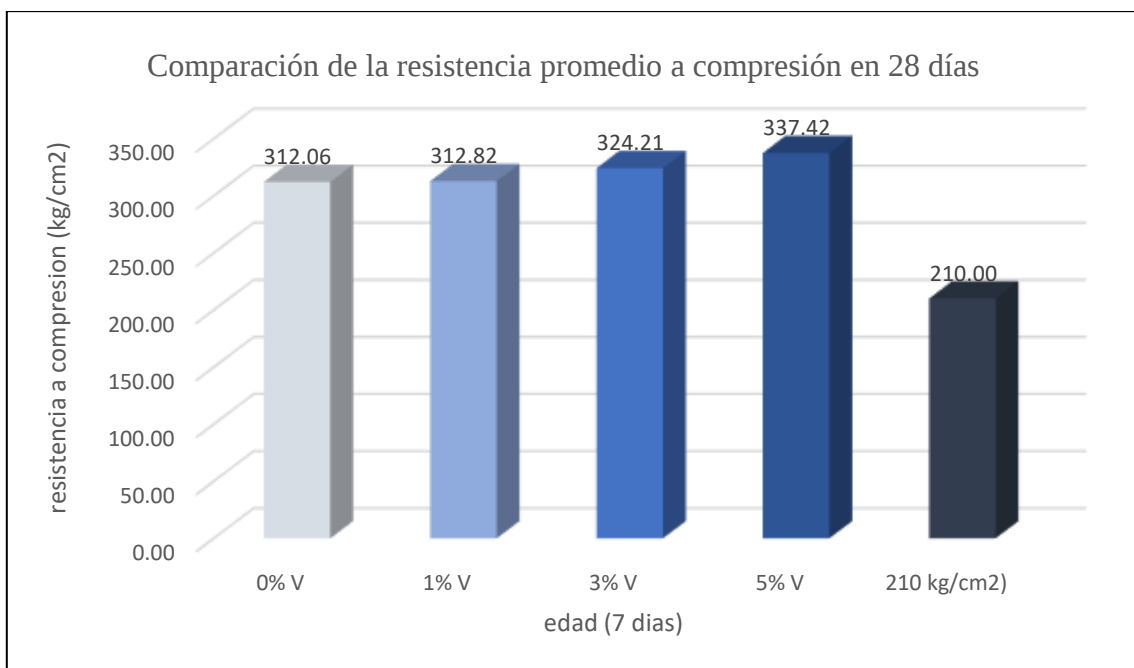
Tabla 28*Resultados de la prueba de resistencia a la compresión a los 28 días*

Probetas	% de virutas metálicas	Resistencia de falla (kg/cm ²)	Resistencias promediadas (kg/cm ²)	%	Variación
P-1	0% virutas	307.57	312.06	100.00%	0.00%
P-2		316.25			
P-3		306.60			
P-4		318.84			
P-5		300.99			
P-6		322.09			
P-1	1% virutas	313.88	312.82	100.25%	0.25%
P-2		311.05			
P-3		310.84			
P-4		315.22			
P-5		309.66			
P-6		316.30			
P-1	3% virutas	326.23	324.21	103.89%	3.89%
P-2		325.78			
P-3		327.23			
P-4		311.68			
P-5		326.08			
P-6		328.24			
P-1	5% virutas	338.17	337.42	108.13%	8.13%
P-2		318.86			
P-3		339.09			
P-4		331.59			
P-5		350.47			
P-6		346.35			

Según la Tabla 28 se deduce que las resistencias promedias con mayor valor son concreto incorporada con 3% y 5% de virutas de metal siendo 324.21 kg/cm² y 337.42 kg/cm² que representan una variación en 103.89% y 108.13% con respecto a la resistencia de concreto con 0% de virutas de metal, es decir que se incrementó en un 3.89% y 8.13% más, mejorando así esta propiedad mecánica a los 28 días.

Figura 35

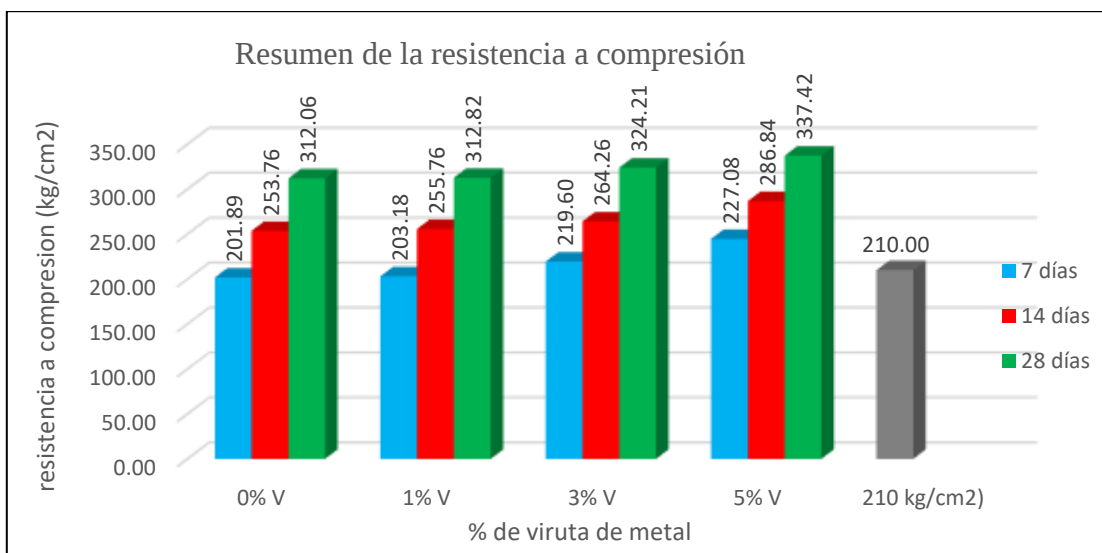
Resistencia promedio a la compresión a los 28 días



De la Figura 35 se deduce que las resistencias promedias a compresión de las probetas a los 28 días cuando con la incorporación de 3% y 5% de virutas de metal reciclado presentan una resistencia superior a compresión, mientras las probetas con 1% de virutas metálicas reciclado es igual en comparación con el concreto control, con relación al concreto diseño $f'_c=210$ kg/cm² a los 28 días concreto con 0%, 1%, 3% y 5% de virutas de metal superan.

Figura 36

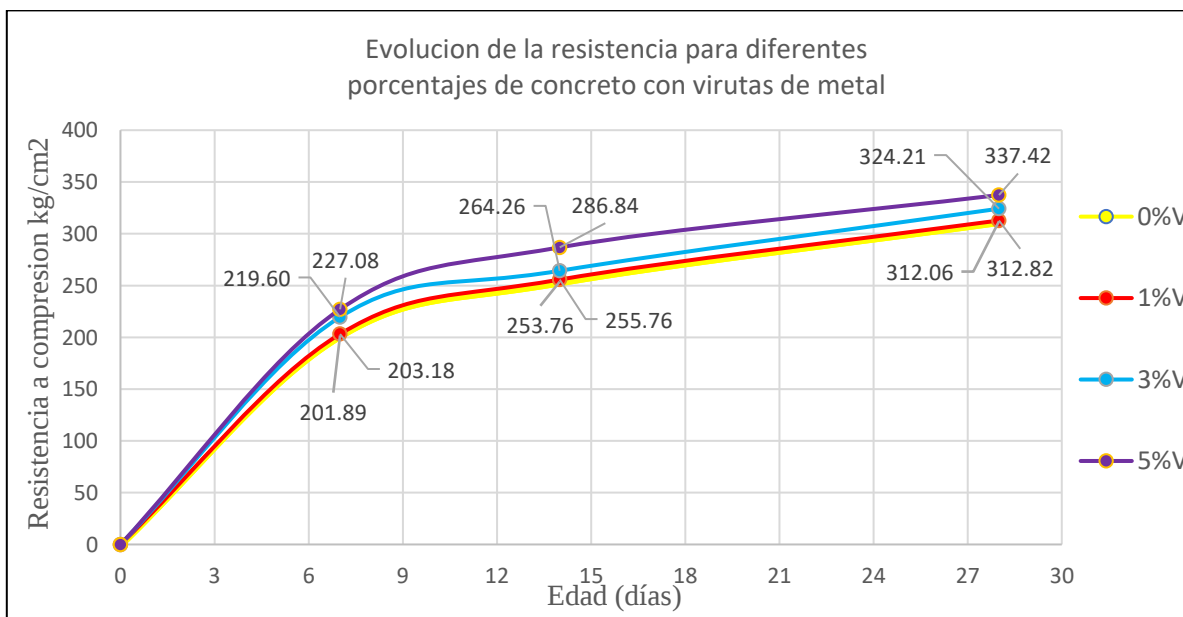
Resumen de las resistencias promedios a compresión



Según lo presentado en Figura 36, el mayor valor alcanzado después de incorporar al concreto el 3% y 5% de virutas metálicas recicladas a la edad de 28 días es de 324.21 kg/cm² y 337.42 kg/cm², respectivamente y estos porcentajes presentan mayor resistencia.

Figura 37

Evolución de la resistencia promedio a la compresión.

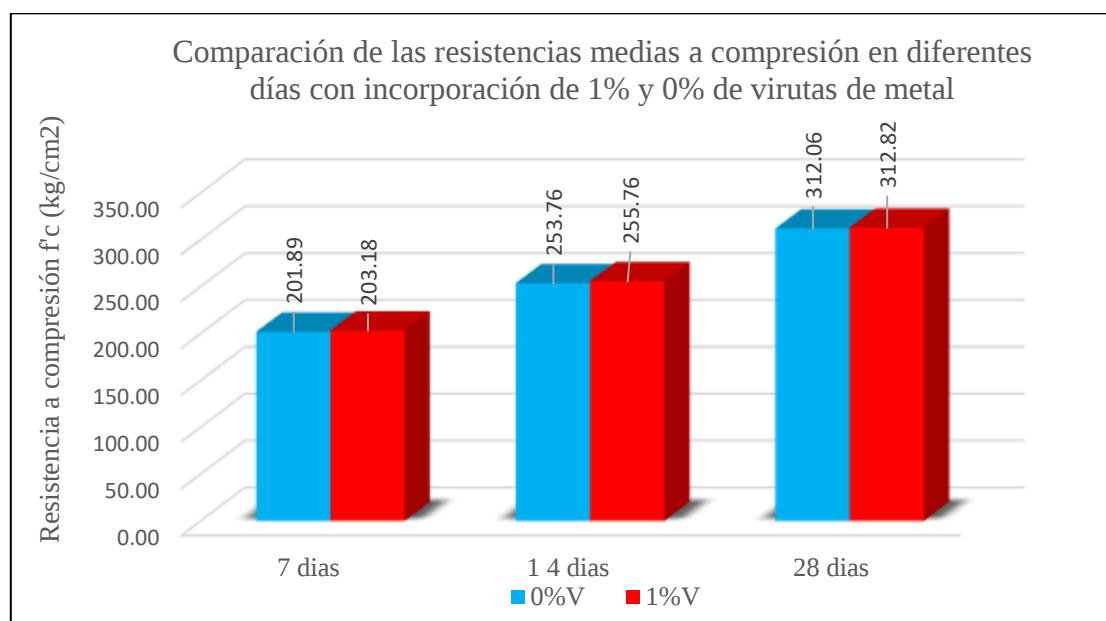


De la Figura 37 podemos observar el desarrollo de los concretos con incorporación de diferentes proporciones de virutas de metal, tal como se puede ver en la figura al incorporar en un 3% y 5% de virutas de metal reciclado logramos observar a los 7, 14 y 28 días la evolución de resistencia se encuentra por encima de concreto con 1% virutas de metal y concreto control, mientras concreto incorporado con 1% de virutas de metal y concreto control tienen la misma tendencia de evolución de la resistencia.

3.1.5.1. Interpretación de los resultados del objetivo 1

Figura 38

Comparación de resistencias a compresión de probetas con 0% y 1% de virutas metálicas

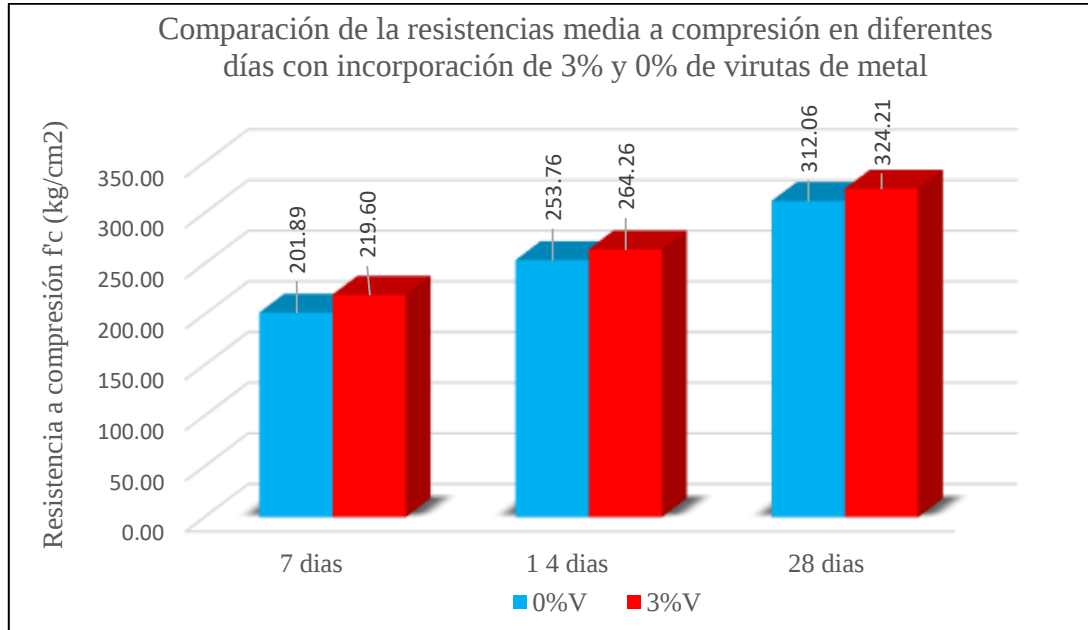


De la Figura 38 se puede ver que las resistencias promedias a compresión de los concretos incorporadas con un 1 % de las virutas metálicas recicladas a los 7, 14 días superan en mínimos porcentajes al concreto de control que es concreto con 0% de virutas de metal en un 0.64 %, 0,79 % respectivamente mientras que a los 28 días presenta una igualdad en compresión.

3.1.5.2. Interpretación del resultado del objetivo 2

Figura 39

Comparación de resistencias a compresión de probetas con 0% y 3% de virutas metálicas

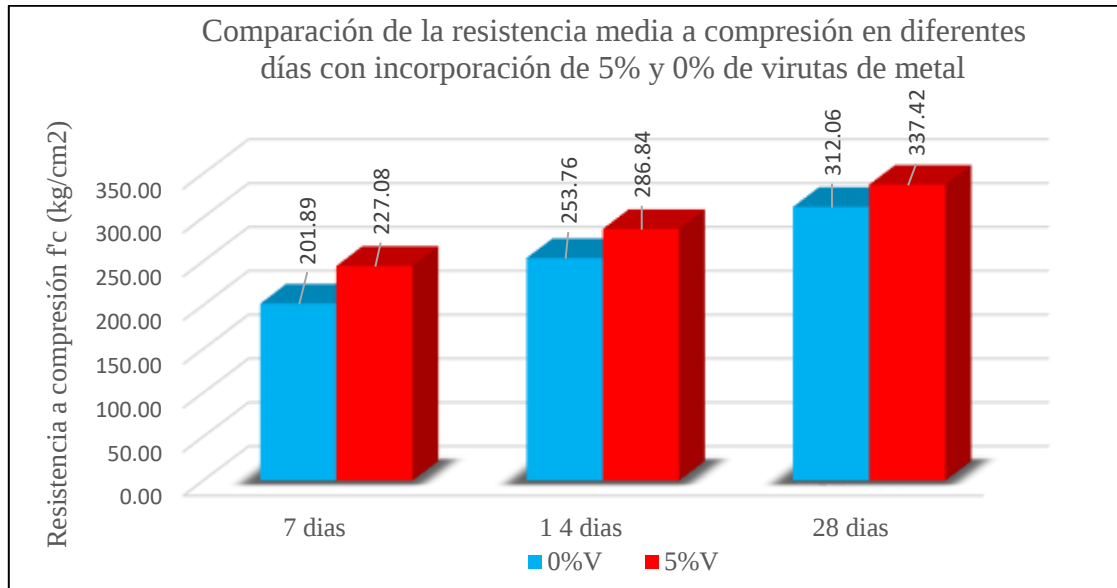


De la Figura 39 se puede ver que las resistencias promedias a compresión de los concretos incorporadas con un 3 % de las virutas metálicas recicladas a los 7, 14 y 28 días es superior al concreto de control que es concreto con 0% de virutas de metal en un 8.13 %, 4.14 % y 3.89% respectivamente, presentando una mejoría comparada con la probeta control. También podemos observar que a los 7 y 14 días las virutas de metal tienen una influencia superior que a los 28 días.

3.1.5.3. Interpretación del resultado del objetivo 3

Figura 40

Comparación de resistencia a compresión de probetas con 0% y 5% de virutas metálicas



De la Figura 40 se puede ver que las resistencias promedias a compresión de los concretos incorporadas con un 5 % de las virutas metálicas recicladas a los 7, 14 y 28 días superan al concreto de control que es concreto con 0% de virutas de metal en un 12.48%, 13.04% y 8.13% respectivamente, presentando una mejoría comparada con la probeta control. También podemos observar que a los 7 y 14 días las virutas de metal tienen una influencia superior que a los 28 días.

3.1.7. Contrastaciones de la hipótesis

Procedimientos para evaluar cada hipótesis que se ha planteado es:

a. Verificación de Normalidad de Datos (Shapiro-Wilk)

La prueba de Shapiro-Wilk es una herramienta estadística utilizada para determinar si un conjunto de datos sigue una distribución normal. Los resultados se interpretan a partir de los valores de P obtenidos. Esta prueba es adecuada cuando la muestra contiene 50 datos o menos,

y se utiliza el rango de confiabilidad y significancia del 95% (0.05). La norma de decisión establece cuando el P-valor es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula; de lo contrario, se rechaza.

b. Aplicación de estadístico de prueba (Correlación de Pearson)

Si las variables siguen una distribución normal, se utiliza el coeficiente de correlación de Pearson para determinar la relación y la intensidad entre dos variables. El coeficiente de Pearson obtenido permite cuantificar la fuerza y dirección de la asociación entre las variables.

c. Análisis de los resultados.

El valor “P” se interpretará utilizando la Tabla 29:

Tabla 29

Coeficientes de correlación

1	Correlación perfecta
0.80 - 0.99	Correlación muy alta
0.60 – 0.79	Correlación alta
0.40 – 0.59	Correlación moderada
0.20 – 0.39	Correlación baja
0.01 – 0.20	Correlación muy baja
0	Correlación nula

Fuente. Hernández y baptista (2006)

Este proceso se realiza para cada uno de las hipótesis planteadas.

3.1.6.1. Resistencia a la compresión con 1% de virutas metálicas

a. Verificación de normalidad

1. Formulación de hipótesis nula, alternativa

Ho: los resultados de la variable resistencia a compresión de concreto con 1% virutas de metal presentan normalidad.

H1: los resultados de la variable resistencia a compresión de concreto con 1% virutas de metal no presentan normalidad.

Tabla 30

Verificación de la distribución normal de resistencia a compresión con 1% de virutas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1% de virutas de metal	0.331	12	0.001	0.65	12	0
Resistencia a compresión	0.1	12	.200*	0.985	12	0.997

a. Corrección de significación de Lilliefors

De acuerdo de la Tabla 30 se obtiene el valor $P = 0.997 > 0.05$, por lo cual, se acepta la hipótesis Nula, decimos donde los resultados de variable de resistencias a la compresión de probeta con 1% de virutas de metal presentan normalidad.

Comprobación

1. formulación de hipótesis nula, alternativa

Ho: Con la incorporación de 1% de virutas de metal No influye significativamente en las resistencias a compresión del concreto $fc' = 210 \text{ kg/cm}^2$.

H1: Con la incorporación de 1% de virutas de metal influye significativamente en las resistencias a la compresión del concreto $fc' = 210 \text{ kg/cm}^2$.

b. Aplicación del estadístico de Prueba (coeficiente de Correlación "r" de Pearson)

Tabla 31*Correlación de 1% de virutas metálicas en resistencias a compresión*

		1% de virutas de metal	Resistencia a compresión
1% de virutas de metal	Correlación de Pearson	1	0.069
	Sig. (bilateral)		0.832
	N	12	12
Resistencia a compresión	Correlación de Pearson	0.069	1
	Sig. (bilateral)	0.832	
	N	12	12

De acuerdo a la Tabla 31 se obtiene el valor $P = 0.832 > 0.05$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis alternativa, y mencionamos no existe un indicador estadístico significativo para decir que las resistencias a compresión estén relacionadas, con la incorporación de 1% de virutas metálicas recicladas en concreto con un coeficiente Pearson $r = 0.069$. Con la incorporación de 1% de virutas de metal en concreto no genera que la resistencia de la probeta incremente.

3.1.6.2. Resistencia a la compresión con 3% de virutas de metal

a. Verificación de normalidad

1. formulación de hipótesis nula, alternativa

H₀: los resultados de la variable resistencia a compresión de concreto con 3% virutas de metal presentan normalidad.

H₁: los resultados de la variable resistencia a compresión de concreto con 3% virutas de metal no presentan normalidad.

Tabla 32

Verificación de la distribución normal de resistencia a compresión con 3% de virutas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
3% de virutas de metal	0.331	12	0.001	0.650	12	0.000
Resistencia a compresión	0.209	12	0.156	0.891	12	0.120

a. Corrección de significación de Lilliefors

De acuerdo a la Tabla 32 se obtiene el valor $P=0.120 > 0.05$, por lo cual, se acepta la hipótesis Nula, decimos donde los resultados de variable de resistencias a la compresión de probetas con 3% de virutas metálicas presentan normalidad.

Comprobación

1. formulación de hipótesis nula y alternativa

H₀: Con la incorporación de 3% de virutas de metal No influye significativamente en las resistencias a compresión del concreto $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$.

H₁: Con la incorporación de 3% de virutas de metal influye significativamente en las resistencias a la compresión del concreto $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$.

b. Aplicación del estadístico de Prueba (coeficiente de Correlación "r" de Pearson)

Tabla 33*Correlación de 3% de virutas metálicas en resistencias a compresión*

		3% de virutas de metal	Resistencia a compresión
3% de virutas de metal	Correlación de Pearson	1	.675*
	Sig. (bilateral)		0.016
	N	12	12
Resistencia a compresión	Correlación de Pearson	.675*	1
	Sig. (bilateral)	0.016	
	N	12	12

De acuerdo a la Tabla 33 se obtiene el valor P: $0.016 < 0.05$, por lo tanto, se valida la hipótesis alternativa, podemos decir que hay una evidencia estadística significativa para interpretar los resultados de resistencias a compresión esté relacionada, con la incorporación de 3% virutas de metal en concreto con el coeficiente Pearson $r = 0.675$. La incorporación de 3% de virutas de metal en concreto genera que la resistencia del concreto que incremente en alta.

3.1.6.3. Resistencias a compresión con 5% de viruta de metal

- **Verificación de normalidad**

1. formulación de hipótesis nula, alternativa

H₀: los resultados de la variable resistencias a compresión de concreto con 5% virutas de metal presentan normalidad.

H₁: los resultados de la variable resistencias a compresión de concreto con 5% virutas de metal no presentan normalidad.

Tabla 34*Verificación de la distribución normal de resistencia a compresión con 5% de virutas*

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
5% de virutas de metal	0.331	12	0.001	0.650	12	0.000
Resistencia a compresión	0.148	12	.200*	0.949	12	0.628

a. Corrección de significación de Lilliefors

De acuerdo a Tabla 34 se obtiene el valor $P=0.628 > 0.05$, por lo cual, se acepta la hipótesis Nula, decimos donde los resultados de variable de resistencias a la compresión de probetas con 5% de virutas metálicas presentan normalidad.

- **Comprobación**

1. Formulación de hipótesis nula y alternativa

H₀: Con la incorporación de 5% de virutas de metal No influye significativamente en la resistencia a compresión del concreto $f_c'=210 \text{ kg/cm}^2$.

H₁: Con la incorporación de 5% de virutas de metal influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto $f_c'=210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 35*Correlación de 5% de virutas metálicas en resistencias a compresión*

		5% de virutas de metal	Resistencia a compresión
5% de virutas de metal	Correlación de Pearson	1	.816**
	Sig. (bilateral)		0.001
	N	12	12
Resistencia a compresión	Correlación de Pearson	.816**	1
	Sig. (bilateral)	0.001	
	N	12	12

De acuerdo a la Tabla 35 se obtiene el valor $P: 0.01 < 0.05$, por lo tanto, se valida la hipótesis alternativa, podemos decir que hay una evidencia estadística muy significativa para interpretar los resultados de resistencias a compresión esté relacionada, con la incorporación de 5% virutas de metal en concreto con el coeficiente Pearson $r = 0.816$. La incorporación de 5% de virutas de metal en concreto genera que la resistencia del concreto que incremente en muy alta.

3.2. Discusiones

Los resultados demostraron que la aplicación de virutas metálicas recicladas adicionado en proporciones de 3% y 5% si influye en resistencia a compresión del concreto.

No obstante, Riveros & Vilca (2021) su trabajo busco realizar una investigación sobre las características físicas y mecánicas del concreto con viruta de acero en tres porcentajes (3%, 6% y 9%) los resultados señalaron que a los 7 días la variación es (3%, 19.40% y 14.20%) respectivamente, a los 14 días la variación es (0.44%, 12.15% y 6.44 %) respectivamente y a los 28 días la variación es (3.81%, 9.72% y -25.50%) respectivamente. Los resultados logrados

nos indican que mejora el comportamiento mecánico en el estudio con inclusión de virutas de aceros al 6% presentando mayores resistencias a compresión.

Para Pacheco (2016) el resultado obtenido al incorporar las virutas de aceros de (2, 4 y 6%) genera una variación de resistencias a compresión axial de las probetas a los 7 días en (21.4%, 24.6% y 27%), 14 días en (9.7%, 14.7% y 17.9%) y 28 días en (7%, 10.3% y 13.4%) respectivamente, siendo mayor incidencia de virutas de acero en resistencia a los 7 y 14 días. Los datos recopilados demuestran que los concretos que contienen virutas de acero como material adicional exhiben una mayor resistencia en comparación con los concretos tradicionales, cuando se someten a pruebas a los 7, 14 y 28 días.

Para Vásquez (2021) Su investigación difirió, ya que mostró que la resistencias a compresión del concreto f'_c :210 kg/cm² al añadir ciertas proporciones en (4%, 8% y 12%) de Viruta de metal a los 7 días llega a tener una variación en porcentaje de 4% en 10.12 % y en porcentajes de 8% y 12% está por debajo de concreto control en (26.47% y 50.54%), a los 14 días llega a tener una variación en porcentaje de 4% en 8.42 % y en porcentajes de 8% y 12% está por debajo de concreto control en (12.70% y 33.34%) y a los 28 días llega a tener una variación en porcentaje en 4% y 8% en (15.36 % y 4.12 %) en porcentajes de 12% está por debajo de concreto control en (11.80%); Se puede concluir que, a mayor cantidad de las virutas de metal, las resistencias a compresión es inferior en comparación con el concreto control.

Después de realizar los ensayos se obtiene al incorporar un 5% de virutas metálicas recicladas se supera el valor de concreto control y con respecto a las demás proporciones, teniendo una influencia mayor a los 7 y 14 días que a los 28 días. Entonces podemos indicar que hay una COINCIDENCIA. A través de este trabajo, se ha comprobado las referidas informaciones, en comparación con otros trabajos.

CONCLUSIONES

- Las resistencias a compresión de las probetas una vez que alcanza su rigidez mostró un aumento máximo en su capacidad de resistencia siendo la más óptima y favorable con la incorporación de 5% de virutas metálicas recicladas, siendo un aporte para su uso, también contribuye a la sostenibilidad al reducir residuos industriales metal mecánico, esto puede ser especialmente beneficioso en proyectos de construcción donde el costo y el impacto ambiental tienen consideraciones importantes.
- En cuanto a la incorporación de 1% de virutas de metal reciclado al concreto 210 kg/cm² a los 7, 14 días superan en mínimos porcentajes al concreto de control con 0.64 %, 0,79 % respectivamente mientras que a los 28 días presenta una igualdad en compresión, con respecto a la resistencia a compresión de probeta control.
- En cuanto a la incorporación de 3% de virutas de metal reciclado al concreto 210 kg/cm² a los 7 días, 14 días y 28 días superan al concreto de control con 8.13%, 4.14 % y 3.89% respectivamente, presentando una influencia superior a los 7 y 14 días respecto a los 28 días superando de esta manera a la probeta de control.
- En cuanto a la incorporación de 5% de virutas de metal reciclado al concreto 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días superan al concreto de control siendo resistencia promedio 244.80 kg/cm², 286.84 kg/cm² y 337.42 kg/cm² y teniendo una variación superior de 12.48%, 13.04% y 8.13% respectivamente, presentando una influencia superior a los 7 y 14 días respecto a los 28 días superando de esta manera a la probeta de control este porcentaje presentó una variación máxima al someter a la prueba de resistencia a compresión, siendo un aporte para su uso.

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar basándose en las normativas técnicas los ensayos de características físico – mecánicas de concreto, de este modo se podrá tener los resultados esperados.
- Utilizar agregados, que cumplan con los estándares de NTP e internacionales, para asegurar la excelencia y estabilidad, ya que de esto depende que el diseño de mezclas sea satisfactorio y así obtener las resistencias deseadas del concreto.
- Para la utilización de estas virutas metálicas, es mantener una longitud menor a 6 cm, pues cuando son producidas sus longitudes varían, por lo tanto, se tiene que clasificar y recortar.
- La incorporación de virutas metálicas para la fabricación de concreto es recomendable con incorporación de 5% de virutas de metal ya que alcanza una resistencia superior a las otras proporciones según los ensayos realizados
- Es recomendable el uso de virutas de metal provenientes de taller metalmecánica para la fabricación de concreto ya que para la fabricación de concreto con incorporación virutas mejora la resistencia del concreto, y así poder contribuir a la sostenibilidad al reducir residuos de la industria metal mecánica.

FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN

- En la misma línea de investigación se sugiere que en investigaciones futuras realizar la incorporación de virutas de metal en grupos de diferentes longitudes menores a 6 cm
- Realizar la incorporación de virutas metálicas de superior a 5 % en diferentes proporciones y mayor a la edad de 28 días.

REFERENCIAS – BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (1994). *Tecnología del concreto*. Lima-Perú: San Marcos.
- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima-Perú: Editorial San Marcos.
- AL Rikabi, F. (2018). *Material properties of synthetic fiber–reinforced concrete under freeze-thaw condition*. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 30(6).
- American Society for Testing and Materials en sus especificaciones técnicas ASTM A615. (2002). *Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete*. (Cap. 12, 12.2, pp. 04).
- Ammari, M., Bederina, M., Belhadj, B., & Merrah, A. (2020). *Effect of steel fibers on the durability properties of sand concrete with barley straws*. *Construction and Building Materials*, 264(20). Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820326945>
- Briones, A., Zambrano, J., Ruiz, w., & Panchana, R. (2018). *Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Manabí], Ecuador. doi:<https://doi.org/10.33936/riemat.v5i1.2498>
- Calla, R. (2013). *Resistencia del concreto utilizando aditivos superplastificantes y microsilíce con agregados de la cantera Cutimbo*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Altiplano], Puno-Perú.
- Carhuapoma, C. (2018). *Efecto de las fibras de polipropileno para concretos de resistencias a la compresión de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², elaborados con agregados de la cantera de Cochamarca – Pasco*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Pasco, Perú. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/329>.
- Durand, R., & Leiva, D. (2018). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto, reemplazando el agregado fino por viruta de acero en porcentajes de 7 %, 8 % y 9 % con respecto de un concreto patrón, con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac*. [Tesis de Grado, Universidad Andina del Cusco]. Cusco, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12557/1599>

- Espinoza, E. R. (2018). *Resistencia de Concreto $f'c=210$ kg/cm² con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica*. [Tesis Para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad San Pedro]. Cajamarca, Perú. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7947>
- Estrada, & Páez. (2014). *influencia de la morfología de los agregados en la resistencia del concreto en cilindros de concreto de 15 cm x 30 cm*. Veracruz: s.n., 2014.
- Fernández, M. (2007). *Perdida de consistencia del concreto en el tiempo a temperaturas cercanas o igual a cero*. Lima - Perú: s.n., octubre - 2007.
- González, M. (2018). *Evaluación de la viruta de acero como agregado fino para concreto estructural, Guayana*. [Trabajo Especial de Grado, Universidad Católica Andrés Bello, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil]. Guayana, Venezuela. Obtenido de <http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/33251.pdf>
- Guevara, J. R. (2008). *Análisis comparativo del comportamiento del concreto simple con el concreto reforzado con fibras de acero wirand*. Lima: s.n., 2008.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Marcalikova, Z. (2020). *Determination of mechanical characteristics for fiber-reinforced concrete with straight and hooked fibers*. Crystals, 10(6), 545.
- Millán, S. (2012). *Fabricación por arranque de viruta*. 1a ed., Madrid: Paraninfo, S.A.
- Miranda, M., Morales, Y., & Sánchez, G. (2023). *Aprovechamiento de virutas metálicas como adición en la mezcla de concreto*. pp.98–104. Obtenido de <http://revistas.utp.ac.pa>
- NORMA ASTM C 469. (2002). *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*.
- NORMA NTP 339.034. (2013). *Hormigón. Método de Ensayo Normalizado Para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto, en Muestras Cilíndricas*. 28. Ed. R. 2013-CRT-INDECOPI.

- NORMA NTP 339.046.2013. . (2013). *Hormigón. Método de Ensayo Normalizado Para Determinar la Densidad (Peso Unitario), Rendimiento y Contenido de Aire (Método Gravimétrico) del Hormigón (Concreto)*. . 28. Ed. R. 2013-CRTINDECOPI.
- NORMA NTP 339.183. (2013). *Hormigón. Práctica Normalizada Para la Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto en el Laboratorio*. . 28. ed. R 2013-CRT-INDECOPI.172.
- NORMA NTP 400.012.2013. (2013). *Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global*. . 28. Ed. R. 2013-CRT-INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana NTP 400.012 . (2001). *Agregados, Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (2014)*.
- NTP 339.070. (2001). *Toma de Muestras de Agua Para la Preparación y Curado de Morteros y Concretos de Cemento Portland*.
- Pacheco, G. A. (2016). *Resistencia a compresión axial del concreto $f'_c=175$ kg/cm² incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayados a diferentes edades*, UPN - 2016. [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. Cajamarca, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/10488>
- Polanco, A. (2012). *Manual de prácticas de laboratorio de concreto*. [En línea] 26 de enero de 2012. [Citado el: 24 de setiembre de 2020.] . Obtenido de https://www.academia.edu/13138509/Manual_de_Pr%C3%A1cticas_de_Laboratorio_deConcreto
- Quevedo, E. (2013). *Granulometría de agregados (grueso y fino)*. *Manual de tecnología de materiales*. [Universidad Nacional del Santa, E. AP, Ingeniería civil] Chimbote- Perú.
- Rivera , G. (1992). *Resistencia del concreto, Cauca*. Publicaciones de la Universidad de Cauca.
- Riveros, G., & Vilca, J. J. (2021). *Propuesta de diseño de las propiedades mecánicas del concreto con adición de viruta de acero fundido en reemplazo parcial del agregado*, Lima. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas], Lima. Obtenido de <https://upc.aws.openrepository.com/handle/10757/655018>

- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Perú, Lima: ACI Perú.
- Rivva, E. (2010). *Materiales para el Concreto*. (2da Edición ed.). Lima: ICG.
- Rodríguez, J. (2015). *Tecnología del concreto*. Perú.
- Sarta, H. N., & Silva, J. L. (2017). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Colombia] Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10983/14513>
- Tamayo, M. (2012). *El proceso de la investigación científica*. . México D.F.: Editorial Limusa S.A.
- Terreros, L., & Carvajal, I. (2016). *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo*. [Tesis de Grado, Título profesional de Ingeniería Civil ,Universidad Católica de Colombia]. Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/7cf94860-21d1-4fbdb81ccffc204cce12>
- Trujillo, F. J. (2013). *Análisis paramétrico del mecanizado en seco de la aleación UNS A97075*. [Tesis Doctoral, Departamento de Ing. Civil, de materiales y fabricación, Universidad de Málaga, España]. España. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10630/6022>.
- Valencia , P., & Quintana, C. (2016). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%*”. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Colombia], colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/2dbe636d-4d53-463f-9fa7-97543a5837d9/content>

ANEXOS

ANEXO 1

PRUEBA DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

NORMA ASTM C 39 - MTC E 704-2000

PROYECTO DE TESIS

: COMPORTAMIENTO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2
CON INCORPORACIÓN DE VIRUTAS DE METAL, AYACUCHO - 2024

SOLICITA

: TESISTA

CONCRETO

: NERIO CHICNES QUISPE

RECTA DE AJUSTES

: 210 kg/cm2 + 0% DE VIRUTAS DE METAL

Y= 0.999968*X-196,42

X= LECTURA DEL DIAL

y= FUERZA COREGIDA

FECHA : 08/05/2024

Nº	ESPECIMEN	F'c Kg/cm2	AREA Cm2	Fecha Moldeo	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	LECTURA Dial	FUERZA CORREGIDA(Kg)	RESISTENCIA		CURADO
									Kg/cm2	%	
1	P-1 0%V	210	177	10-abr-24	7	17-abr-24	33383	33186	188	89	AGUA
2	P-2 0%V	210	174	10-abr-24	7	17-abr-24	36124	35926	206	98	AGUA
3	P-3 0%V	210	178	10-abr-24	7	17-abr-24	38492	38294	215	103	AGUA
4	P-4 0%V	210	176	10-abr-24	7	17-abr-24	39018	38820	220	105	AGUA
5	P-5 0%V	210	176	10-abr-24	7	17-abr-24	33530	33333	189	90	AGUA
6	P-6 0%V	210	177	10-abr-24	7	17-abr-24	34270	34072	193	92	AGUA
7	P-1 0%V	210	176	10-abr-24	14	24-abr-24	41191	40993	233	111	AGUA
8	P-2 0%V	210	176	10-abr-24	14	24-abr-24	43234	43036	245	117	AGUA
9	P-3 0%V	210	177	10-abr-24	14	24-abr-24	46356	46158	261	124	AGUA
10	P-4 0%V	210	177	10-abr-24	14	24-abr-24	45405	45207	255	121	AGUA
11	P-5 0%V	210	177	10-abr-24	14	24-abr-24	46526	46328	262	125	AGUA
12	P-6 0%V	210	177	10-abr-24	14	24-abr-24	47499	47301	267	127	AGUA
13	P-1 0%V	210	176	10-abr-24	28	08-may-24	54406	54208	308	146	AGUA
14	P-2 0%V	210	176	10-abr-24	28	08-may-24	55861	55663	316	151	AGUA
15	P-3 0%V	210	176	10-abr-24	28	08-may-24	54090	53892	307	146	AGUA
16	P-4 0%V	210	175	10-abr-24	28	08-may-24	56017	55819	319	152	AGUA
17	P-5 0%V	210	177	10-abr-24	28	08-may-24	53459	53261	301	143	AGUA
18	P-6 0%V	210	177	10-abr-24	28	08-may-24	57193	56995	322	153	AGUA

OBSERVACIONES: ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE REALIZADAS EN ESPECIMENES ENVIADOS DE LABORATORIO.


CIP N° 63497

NORMA ASTM C 39 - MTC E 704-2000

: COMPORTAMIENTO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'_c = 210 \text{ KG/CM}^2$
CON INCORPORACIÓN DE VIRUTAS DE METAL, AYACUCHO - 2024

TESISTA

: NERIO CHICNES QUISPE

: 210 kg/cm² + 1% DE VIRUTAS DE METAL

$$Y = 0.999968 \cdot X - 196,42$$

X= LECTURA DEL DIAL

y= FUERZA COREGIDA

OBSERVACIONES: ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE REALIZADAS EN ESPECIMENES ENVIADOS DE LABORATORIO


 José Antonio Rodríguez
 Jefe de Laboratorio de Suelo y Concreto
 CIP N° 63497

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

NORMA ASTM C 39 - MTC E 704-2000

PROYECTO DE TESIS

: COMPORTAMIENTO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2
CON INCORPORACIÓN DE VIRUTAS DE METAL, AYACUCHO - 2024

SOLICITA

: TESISTA

CONCRETO

: NERIO CHICHES QUISPE

RECTA DE AJUSTES

: 210 kg/cm2 +3% DE VIRUTAS DE METAL

Y= 0.999968*X-196.42

X= LECTURA DEL DIAL

y= FUERZA CORREGIDA

FECHA : 10/05/2024

Nº	ESPECIMEN	F'c	AREA	Fecha	EDAD	Fecha de	LECTURA	FUERZA	RESISTENCIA		CURADO
		Kg/cm2	Cm2	Moldeo	DIAS	Rotura	Dial	CORREGIDA(Kg)	Kg/cm2	%	
1	P-1 3%V	210	176	12-abr-24	7	19-abr-24	37671	37473	213	101	AGUA
2	P-2 3%V	210	177	12-abr-24	7	19-abr-24	40764	40566	229	109	AGUA
3	P-3 3%V	210	177	12-abr-24	7	19-abr-24	34032	33834	191	91	AGUA
4	P-4 3%V	210	177	12-abr-24	7	19-abr-24	40983	40785	230	110	AGUA
5	P-5 3%V	210	177	12-abr-24	7	19-abr-24	40348	40150	227	108	AGUA
6	P-6 3%V	210	178	12-abr-24	7	19-abr-24	40597	40399	227	108	AGUA
7	P-1 3%V	210	177	12-abr-24	14	26-abr-24	48257	48059	272	129	AGUA
8	P-2 3%V	210	176	12-abr-24	14	26-abr-24	46224	46026	262	125	AGUA
9	P-3 3%V	210	177	12-abr-24	14	26-abr-24	45458	45260	255	121	AGUA
10	P-4 3%V	210	177	12-abr-24	14	26-abr-24	50590	50392	285	136	AGUA
11	P-5 3%V	210	177	12-abr-24	14	26-abr-24	41309	41111	232	110	AGUA
12	P-6 3%V	210	177	12-abr-24	14	26-abr-24	49841	49643	281	134	AGUA
13	P-1 3%V	210	176	12-abr-24	28	10-may-24	57894	57496	326	155	AGUA
14	P-2 3%V	210	176	12-abr-24	28	10-may-24	57461	57263	326	155	AGUA
15	P-3 3%V	210	177	12-abr-24	28	10-may-24	58102	57904	327	156	AGUA
16	P-4 3%V	210	177	12-abr-24	28	10-may-24	55498	55300	312	148	AGUA
17	P-5 3%V	210	176	12-abr-24	28	10-may-24	57745	57547	326	155	AGUA
18	P-6 3%V	210	176	12-abr-24	28	10-may-24	58048	57850	328	156	AGUA

OBSERVACIONES: ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE REALIZADAS EN ESPECIMENES ENVIADOS DE LABORATORIO.


Ag. Rolando A. Huallanca de La Cruz
JEFE DE LABORATORIO DE SUELO Y CONCRETO
CIP N° 63497

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE

NORMA ASTM C 39 - MTC E 704-2000

PROYECTO DE TESIS

: COMPORTAMIENTO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2
CON INCORPORACIÓN DE VIRUTAS DE METAL, AYACUCHO - 2024

SOLICITA

: TESISISTA

CONCRETO

: NERIO CHICHES QUISPE

RECTA DE AJUSTES

: 210 kg/cm2 + 5% DE VIRUTAS DE METAL

Y= 0.999968*X-196.42

X= LECTURA DEL DIAL

y= FUERZA COREGIDA

FECHA : 11/05/2024

N°	ESPECIMEN	F.c. Kg/cm2	AREA Cm2	Fecha Moldeo	EDAD DIAS	Fecha de Rotura	LECTURA Dial	FUERZA CORREGIDA	RESISTENCIA Kg/cm2	%	CURADO
1	P-1	210	176	13-Abr-24	7	20-Abr-24	39773	39575	224	107	AGUA
2	P-2	210	177	13-Abr-24	7	20-Abr-24	40458	40260	228	108	AGUA
3	P-3	210	177	13-Abr-24	7	20-Abr-24	40842	40744	230	110	AGUA
4	P-4	210	176	13-Abr-24	7	20-Abr-24	40137	39839	227	108	AGUA
5	P-5	210	176	13-Abr-24	7	20-Abr-24	39806	39608	225	107	AGUA
6	P-6	210	176	13-Abr-24	7	20-Abr-24	39878	39680	225	107	AGUA
7	P-1	210	177	13-Abr-24	14	27-Abr-24	52287	52089	294	140	AGUA
8	P-2	210	178	13-Abr-24	14	27-Abr-24	51372	51174	288	137	AGUA
9	P-3	210	176	13-Abr-24	14	27-Abr-24	56614	56616	321	153	AGUA
10	P-4	210	176	13-Abr-24	14	27-Abr-24	49842	49644	282	134	AGUA
11	P-5	210	178	13-Abr-24	14	27-Abr-24	44154	43956	247	118	AGUA
12	P-6	210	178	13-Abr-24	14	27-Abr-24	51806	51608	290	138	AGUA
13	P-1	210	177	13-Abr-24	28	11-May-24	60037	59839	336	161	AGUA
14	P-2	210	177	13-Abr-24	28	11-May-24	56695	56497	319	152	AGUA
15	P-3	210	176	13-Abr-24	28	11-May-24	59960	59762	338	161	AGUA
16	P-4	210	177	13-Abr-24	28	11-May-24	59030	58832	332	156	AGUA
17	P-5	210	177	13-Abr-24	28	11-May-24	62296	62098	350	167	AGUA
18	P-6	210	177	13-Abr-24	28	11-May-24	61486	61288	346	165	AGUA

OBSERVACIONES: ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESION SIMPLE REALIZADAS EN ESPECIMENES ENVIADOS DE LABORATORIO.


CIP N° 63497

ANEXO 2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS

ENSAYO DE PESO ESPECIFICO AGREGADO FINO
ASTM C 128

PROYECTO DE : COMPORTAMIENTO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE VIRUTAS DE METAL, AYACUCHO – 2024

SOLICITA : TESISTA
: NERIO CHICNES QUISPE

CANTERA : CHILLICO

MATERIAL : ARENA GRUESA.

FECHA DE ENSAYO : Abril-2024

Nº DE ENSAYOS	1	2		
ESTRUCTURA	DISEÑO	DISEÑO		
Fecha de Ensayo.				
Wmuestra SSS (S).	500	500		
WFiola+ 500 ml. de Agua (B)	675.1	675.1		
Wfiola+W muestra+WAgua	1175.1	1175.1		
WmuestSSS+Fiola+Agua a (C).	981.4	981.4		
Wmuest. seco horno a 105 °C (A)	484.0	490.0		
Wmuest. + Aire	193.7	193.7		
Vaire	16	10		
V. masa	177.7	183.7		
P.E.masa	2.499	2.530		
P.E.sss	2.581	2.581		
P.E.aparente	2.724	2.667		
% Absorción	3.306	2.041		
		PROMEDIO ESPECÍFICO =	2.514	
		PROMEDIO ABSORCION =	2.673	
OBSERVACIONES : La temperatura de ensayo del agua destilada es a 20 °C.				


 Rolando A. Huallanca De La Cruz
 JEFE DE LABORATORIO SUELO Y CONCRETO
 CIP N° 63497

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO-ASTM C - 33-83

PROYECTO DE : COMPORTAMIENTO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210
KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE VIRUTAS DE METAL, AYACUCHO - 2024

SOLICITA : TESISTA
: NERIO CHICNES QUISPE

CANTERA : CHILLICO

MATERIAL : ARENA GRUESA

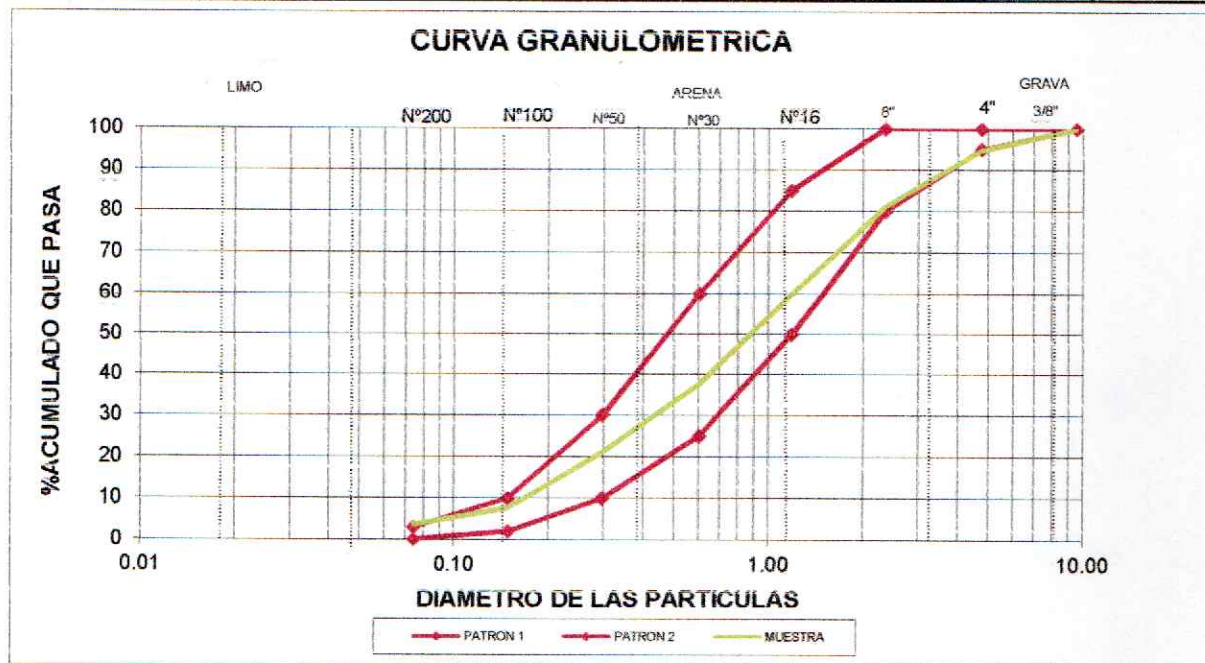
PESO INICIAL SECO (gr) 669.0

Fecha : Abrii-2024

PESO LAVADO SECADO (gr) 648.4

Modulo Finura : 2.98

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C-33	
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1-1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº4	4.75	35.20	5.26	5.26	94.74	95	100
Nº8	2.34	91.00	13.60	18.86	81.14	80	100
Nº16	1.18	141.80	21.20	40.06	59.94	50	85
Nº30	0.60	149.40	22.33	62.39	37.61	25	60
Nº50	0.30	110.40	16.50	78.89	21.11	10	30
Nº100	0.15	89.70	13.41	92.30	7.70	2	10
Nº200	0.07	26.90	4.02	96.32	3.68	0	3
FONDO		4.00	0.60	96.92	3.08	0	0
LAVADO		20.60	3.08	100.00	0.00		



PROPIEDADES FISICAS

CONTENIDO DE HUMEDAD	5.59	%
PESO UNITARIO SUELTO	1699.96	Kg/m3
PESO UNITARIO VARILLADO	1907.48	Kg/m3
MODULO DE FINURA	2.978	%
PESO ESPECIFICO	2.514	gr/cm3,
% de ABSORCION	2.673	%

[Firma]
Ing. Rolando A. Huallanca
JEFE DE LABORATORIO SUELO Y AGUA
CIP Nº 63497

**ENSAYO DE PESO ESPECIFICO AGREGADO GRUESO
ASTM C 127**

PROYECTO DE TESIS : COMPORTAMIENTO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C = 210 KG/
INCORPORACIÓN DE VIRUTAS DE METAL, AYACUCHO – 2024

SOLICITA : TESISTA
: NERIO CHICNES QUISPE
CANTERA : CHILLICO.
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

FECHA DE ENSAYO : Abril-2024

ESTRUCTURA	DISEÑO	DISEÑO	
Fecha de Ensayo.			
Peso de la muestra superficialmente seca (Wmsss)	1323.30	1323.30	
Peso canastilla en agua	146.80	146.80	
Peso de canastilla en agua + Wmsss	965.60	965.60	
Peso muestra seca en horno	1299.00	1299.00	
peso especifico seco	2.575	2.575	
peso especifico saturado	2.62	2.62	
Peso de vacios	24.30	24.30	
peso especifico aparente	2.705	2.705	
% de absorción	1.87	1.87	
	PROMEDIO ESPECÍFICO =		2.575
	PROMEDIO ABSORCION =		1.871

OBSERVACIONES : La temperatura de ensayo del agua destilada es a 20 °C.

HHC
Dr. Rolando A. Huallanca De La Cruz
JEFE DE LABORATORIO SUELO Y CONCRETO
CIP N° 63497

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO-ASTM C - 33-83

PROYECTO DE : COMPORTAMIENTO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'c = 210
KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE VIRUTAS DE METAL, AYACUCHO - 2024

SOLICITA : TESISTA
: NERIO CHICNES QUISPE

SOLICITANTE :

CANTERA : CHILLICO.

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA T.M. 3/4"

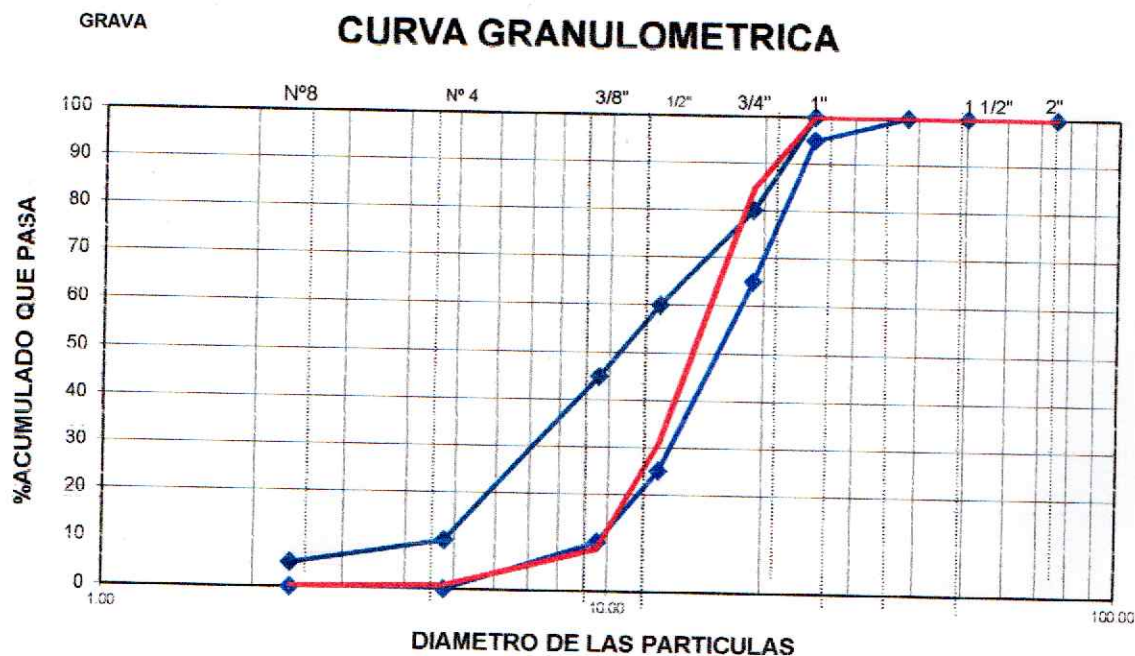
PESO INICIAL SECO (gr) : 25647.01

Fecha : Abril-2024

PESO LAVADO SECADO (gr) : 25598.75

Modulo de Fineza : 7.75

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES	
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C-33	HUSO 7
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1-1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
3/4"	19.00	3916.00	15.27	15.27	84.73	65	80
1/2"	12.50	13813.00	53.86	69.13	30.87	25	60
3/8"	9.50	5695.00	22.21	91.33	8.67	10	45
Nº4	4.75	2019.00	7.87	99.20	0.80	0	10
Nº8	2.36	155.00	0.60	99.81	0.19	0	5
FONDO	0.00	0.75	0.00	99.81	0.19		
LAVADO	0.00	48.26	0.19	100.00	0.00		



PROPIEDADES FISICAS

% CONTENIDO DE HUMEDAD	1.42	%
PESO UNITARIO SUELTO	1390	Kg/m3
PESO UNITARIO VARILLADO	1563	Kg/m3
PESO ESPECIFICO	2.575	gr/cm3
% DE ABSORCION	1.87	%

HHC
Ing. Rolando A. Huallanca De La Cruz
JEFE DE LABORATORIO SUELO Y CONCRETO
CIP N° 63497

ANEXO 3
DISEÑO DE MEZCLA

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
COMITÉ 211 DEL ACI

PROYECTO DE : COMPORTAMIENTO DEL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'_c = 210$
KG/CM2 CON INCORPORACIÓN DE VIRUTAS DE METAL, AYACUCHO - 2024

SOLICITA : TESISTA
: NERIO CHICNES QUISPE

CANTERA : CHILICO
MATERIAL : PIEDRA CHANCAD-VIRUTA METALICA-ARENA
CEMENTO : PORTLAN TIPO I " ANDINO "

DISEÑO : PRINCIPAL (TEORICO)

Agua : AGUA POTABLE

Aditivo : Sin aditivo

FECHA : Abril-2024

$F'_c = 210$ Kg/CM2. $F'_{Cr} = 280$ Kg/cm2 $S = 70$

MATERIAL	CEMENTO	ARENA	PIEDRA
Peso específico	3.15	2.51	2.57
PUS	1500	1699.96	1390.12
PUCS		1907.48	1563.10
% Humedad		5.59	1.42
% Absorción		2.67	1.87
Modulo de Fineza		2.98	7.75

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1"
SLUMP	3" - 4"
W/C	0.58
VOLUMEN UNITARIO AGUA (TABLA 10.2, 1)	197
VOLUMEN ABSOLUTO AGREGADO GRUESO (Tabla 16.2, 2)	0.650
% AIRE	1.5

FACTOR CEMENTO

CEMENTO 339.66 Kg/m3.
8.0 Bols/m3.

VOLUMEN ABSOLUTO

CEMENTO 0.108
AGUA 0.197
AIRE 0.015
GRAVA 0.395
ARENA 0.286

1.00

MATERIALES POR METRO CUBICO DE CONCRETO

210 Kg/cm2.

CEMENTO 340 Kg/m3
AGUA 197 Kg/m3
GRAVA 1016 Kg/m3
ARENA 718 Kg/m3

TOTAL = 2271 Kg/m3

MATERIALES CORREGIDOS POR METRO CUBICO DE CONCRETO

CEMENTO 340 Kg/m3
AGUA EFECTIVA 181 Lt/m3
GRAVA 1030 Kg/m3
ARENA 758 Kg/m3

TOTAL = 2309

VOLUMEN APARENT. MATER.

23.54 ft3.
22.60 Lt/saco.
75.99 ft3.
43.91 ft3.

PROPORCION EN PESO

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
1	2.2	3.0	0.53

PROPORCION EN VOLUMEN

CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA
1	1.9	3.2	0.96

PROPORCION POR BOLSAS DE CEMENTO

CEMENTO 42.5 Kg/saco
AGUA 22.6 Lts/saco
GRAVA 128.9 Kg/saco
ARENA 94.9 Kg/saco

[Firma]
Ing. Rolando A. Huallanca
JEFE DE LABORATORIO SUELO Y CONCRETO
CIP N° 63497

ANEXO 4
PANEL FOTOGRÁFICO

6.1. Recolección de virutas de metal de los talleres metal mecánicas



6.2. Desembrollo y recorte de longitudes



6.3. Traslado de agregado



6.4. Ensayo de peso suelto unitario y varillado de la arena fino



6.5. Ensayo granulométrico de agregado grueso o piedra chancada



6.6. Ensayo de peso suelto unitario y compacto de agregado grueso



6.7. Pesado de agregado grueso del peso suelto y compacto



6.8. Ensayo granulométrico de agregado fino



6.9. Pesado de agregado fino retenido en cada tamiz



6.10. Sumergido de agregado para la prueba de peso específico



6.11. Pesado de agregado fino para obtención de densidad de masa



6.12. Pesado fiola más agua



6.13. Vertido agregado a fiola



6.14. Liberado de aire atrapado



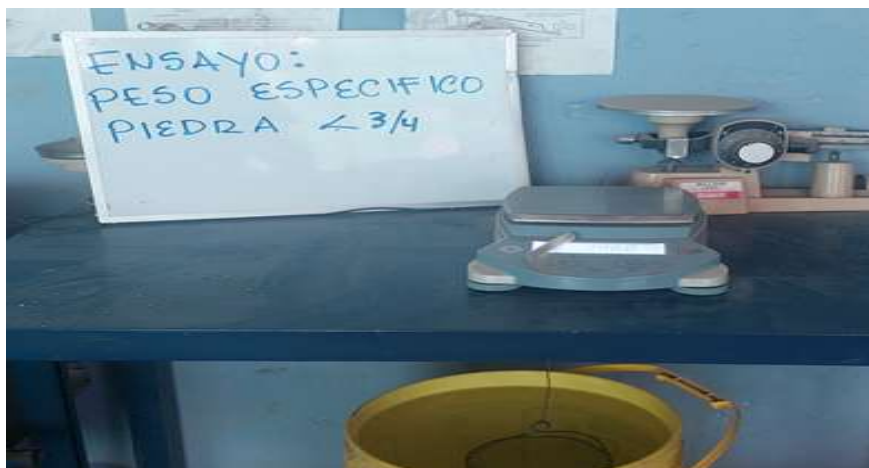
6.15. Sumergido de agregado grueso para ensayo de peso específico



6.16. Secado agregado grueso



6.17. Tomando el peso del cesto



6.18. Vertido de agregado grueso al cesto



6.19. Tomado del peso del cesto más piedra



6.20. Enrasando los moldes para facilitar el desmolde



6.21. Pesando los agregados de acuerdo a la dosificación



6.22. Pesado de las virutas



6.23. Vertido de los agregados de acuerdo a la dosificación



6.24. Preparando mezcla



6.25. Tomando la medida de Slump



6.26. Llenado y varillado de las probetas de concreto



6.27. Acabado raleado de las probetas



6.28. Desmolde de las probetas



6.29. Identificación de probetas



6.30. Curado de las probetas



6.31. Probetas antes de la rotura



6.32. Colocado de capping



6.33. Ensayo a prueba de compresión



6.34. Resultado del ensayo a la compresión



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. NERIO CHICNES QUISPE
R.D. N° 216-2024-UNSCH-FCA-D

En la ciudad de Ayacucho a los veintiocho días del mes de agosto del año dos mil veinticuatro, siendo las dieciocho horas, se reunieron en el auditorio de la Facultad de Ciencias Agrarias, bajo la presidencia del Dr. Felipe Escobar Ramírez Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias; los miembros del jurado conformado por Ing. Orlando Fidel Sulca Castilla, Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán como asesor, Ing. John Samuel Cazorla Orihuela y el Mtro. Carlos Augusto Castañeda Esquén; actuando como secretario de actas el Mtro. Rodolfo Alca Mendoza, para recibir la sustentación de la Tesis titulado: **Comportamiento del esfuerzo de compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de virutas de metal, Ayacucho - 2024**, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola presentado por el Bachiller **NERIO CHICNES QUISPE**.

El señor Decano (e), previa verificación de los documentos exigidos solicitó se proceda con la sustentación y posterior defensa de la tesis en un periodo de cuarenta y cinco minutos de acuerdo al reglamento de grados y títulos vigente. Terminado la exposición, los miembros del Jurado, formularon sus preguntas, aclaraciones y/o observaciones correspondientes. Luego se invito a los miembros del jurado pasar a otra aula para la deliberación y calificación del trabajo de tesis, teniendo el siguiente resultado:

Jurado evaluador	Exposición	Respuestas a las preguntas	Generación de conocimiento	Promedio
Ing. Orlando Fidel Sulca Castilla	16	15	15	15
Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán	17	18	18	18
Ing. John Samuel Cazorla Orihuela	15	15	17	16
Mtro. Carlos Augusto Castañeda Esquén	14	13	17	15
PROMEDIO GENERAL				16

Acto seguido se invita a la sustentante y publico en general para dar a conocer el resultado final. Firman el acta.


Ing. Orlando Fidel Sulca Castilla
Presidente


Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán
Asesor


Ing. John Samuel Cazorla Orihuela
Jurado


Mtro. Carlos Augusto Castañeda Esquén
Jurado


Mtro. Rodolfo Alca Mendoza
Secretario Docente

**UNSCH****FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS**

CONSTANCIA DE CONTROL DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El que suscribe coordinador responsable de la valoración y verificación de originalidad de los trabajos de investigación y de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, designado mediante la RCF N° 005-2024-UNSCH-FCA-CF; hace constar que el trabajo de tesis titulado;

Comportamiento del esfuerzo de compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de virutas de metal, Ayacucho – 2024

Autor : Nerio CHICNES QUISPE
Asesor : Vance Giorgio FERNÁNDEZ HUAMÁN

Ha sido sometido al control de originalidad mediante el software TURNITIN UNSCH, acorde al Reglamento de originalidad de trabajos de investigación, aprobado mediante RCU N° 039-2021-UNSCH-CU, y RCU N° 1530-2023-UNSCH-CU, emitiendo un resultado de **veintinueve (29 %)** de índice de similitud, realizado con **depósito de trabajos estándar**.

En consecuencia, se otorga la presente Constancia de Originalidad para los fines pertinentes.

Nota: Se adjunta el resultado con Identificador de la entrega: 2451349370

Ayacucho, 11 setiembre de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ciencias Agrarias

Dr. Yuri Gálvez Gastelú
Coordinador de Control de Originalidad de

Comportamiento del esfuerzo de compresión del concreto f'_c = 210 kg/cm² con incorporación de virutas de metal, Ayacucho – 2024

por Nerio Chicnes Quispe

Fecha de entrega: 11-sep-2024 03:41p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2451349370

Nombre del archivo: BORRADOR_TESIS_NERIO_CHICNES_QUISPE.docx (27.51M)

Total de palabras: 19483

Total de caracteres: 100181

Comportamiento del esfuerzo de compresión del concreto f_c = 210 kg/cm² con incorporación de virutas de metal, Ayacucho – 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	3%
5	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
6	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.ucv.edu.pe	

Fuente de Internet

1 %

9

Submitted to Universidad Católica Santo
Toribio de Mogrovejo

Trabajo del estudiante

1 %

10

www.repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

11

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1 %

12

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

13

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

14

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

<1 %

15

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

16

Submitted to Universidad Tecnica De Ambato-
Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE

Trabajo del estudiante

<1 %

17

repositorio.unach.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

18

repositorio.unica.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

19 repositorioacademico.upc.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

20 docplayer.es <1 %
Fuente de Internet

21 repositorio.unsm.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

22 repositorio.uns.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

23 Submitted to Universidad Andina del Cusco <1 %
Trabajo del estudiante

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

Comportamiento del esfuerzo de compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de virutas de metal, Ayacucho – 2024

Nerio Chicnes Quispe¹ nerio.chicnes.21@unsch.edu.pe

Ing. Vance Giorgio Fernández Huamán² vance.fernandez@unsch.edu.pe

Área de investigación: Medio Ambiente

Línea de investigación: Infraestructura y mecanización agrícola

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo general evaluar, de qué manera varía el esfuerzo de compresión del concreto con incorporación de virutas metálicas recicladas, se ensayaron tres dosificaciones de concreto incorporado de 1%, 3% y 5%, de virutas de metal, y de esta manera se evalúa la resistencia a compresión de probetas. El método de este estudio se aplica, mediante un diseño cuasiexperimental, utilizando un enfoque cuantitativo, donde el objeto de estudio es la resistencia de concreto incorporado con virutas de metal, donde la población está conformada por un conjunto de 72 probetas cilíndricas, que se realizó la prueba de ensayo a la edad de 7, 14. y 28 días después del curado. Los resultados obtenidos muestran que con incorporación de 5% de virutas metálicas si mejora la resistencia a la compresión del concreto hasta en 8.13% por encima del concreto control o concreto con 0% de virutas, a la edad de 28 días. Y llegando a una conclusión, la resistencia a la compresión del concreto en su estado endurecido mostró una variación máxima en su capacidad de resistencia siendo la más óptima y favorable con la adición de 5% de virutas metálicas recicladas, siendo un aporte para su uso, contribuyendo a la sostenibilidad al reducir residuos industriales metal mecánica, esto puede ser especialmente beneficioso en proyectos de construcción donde el costo y el impacto ambiental son consideraciones importantes.

Palabra clave: Resistencia a compresión, concreto, metal, reciclaje, virutas.

ABSTRAC

The general objective of this work is to evaluate how the compressive stress of concrete varies with the incorporation of recycled metal shavings. Three dosages of incorporated concrete of 1%, 3% and 5%, of metal shavings, and of In this way the compressive strength of specimens is evaluated. The method of this study is applied, through a quasi-experimental design, using a quantitative approach, where the object of study is the resistance of concrete incorporated with metal shavings, where the population is made up of a set of 72 cylindrical specimens, which was carried out the trial test at the age of 7, 14. and 28 days after curing. The results obtained show that with the incorporation of 5% of metal chips, the compressive strength of the concrete improves by up to 8.13% above the control concrete or concrete with 0% of chips, at the age of 28 days. And reaching a conclusion, the compressive strength of the concrete in its hardened state showed a maximum variation in its resistance capacity, being the most optimal and favorable with the addition of 5% of recycled metal shavings, being a contribution for its use, contributing to sustainability by reducing metal-mechanical industrial waste, this can be especially beneficial in construction projects where cost and environmental impact are important considerations.

Keyword: Compressive strength, concrete, metal, recycling, chips.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la ambición de desarrollar materiales de construcción más resistentes, ligeros, sostenibles y rentables es cotidiano, más aún en el desarrollo de un concreto con estas características el concreto es un material muy utilizado en la construcción debido a sus propiedades físicas y mecánicas. Por tanto, existe un gran interés en mejorar de estas propiedades del concreto para su uso y el ahorro de costes a corto, medio y largo plazo ambientalmente sostenible.

(Carillo et al. 2013) El concreto reforzado con fibras de acero CRFA) ha evolucionado desde un material de construcción hasta una alternativa usada para mejorar tanto el concreto convencional simple, como el concreto reforzado con barras o malla electrosoldada. Si bien existen autores como (Farfán et al. (2019) Indican que agregar fibras de acero al concreto resulta costoso lo cual espanta el interés de las personas por recurrir al uso de este material, ya que la

mayoría busca economizar es preciso mencionar que el uso de la viruta de acero es importante y recomendable, desde una perspectiva ambiental. Debido al desarrollo de la industria metal mecánica, originada por el aumento de la producción y el incremento de procesos mecanizados, se observa que este rubro genera residuos metálicos con formas laminares, llamados comúnmente virutas. Este tipo de virutas son generados como residuos, producto del moldeo en elementos metálicos, en este caso, en las tornerías. A este tipo de viruta se le conoce como fibra metálica reciclada. Normalmente, las virutas generadas se almacenan para después ser llevadas a lugares de recolección o chatarrerías donde se reciclan. Investigaciones previas realizadas, muestran un estudio comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del hormigón al añadir fibras metálicas y sintéticas, donde el hormigón con fibras metálicas posee mejores propiedades ya que es más ligero, resistente y económico respecto a las fibras sintéticas. Para validar el uso de fibras metálicas recicladas como refuerzo en el hormigón se debe estudiar el comportamiento de éstas durante los procesos de mezclado y en el estado de cargas de servicio, de tal forma que se pueda comparar el comportamiento respecto al concreto tradicional. (Lara, 2017). Indica que la viruta de metal se asemeja a una lámina de acero que puede ser retirada con el torno durante el proceso de mecanizado, y que simboliza la pérdida. (Schey, 2000). Añade que las principales ventajas de la viruta de acero son el aumento de la resistencia, compresión, flexión, tenacidad y ductilidad, lo que mejora su capacidad de carga, además, contribuye a la reducción de costos al disminuir el volumen del material, también, debido a sus características isotrópicas, es ideal para cargas que no tienen un punto de aplicación definido. (Manrique, 2018). Las investigaciones actuales respecto a las fibras metálicas han arrojado resultados positivos de ganancia en la resistencia a compresión a los 28 días, Por otro lado, cabe señalar respecto a estas experimentaciones, influye un comportamiento que ha sido común, el exceso de virutas metálicas provoca consecuencias negativas en la resistencia del concreto. (Miranda et al. 2023). Se plantea que la viruta de metal reciclado puede ser incorporada al concreto debido a que es un material de bajo costo y fácil acceso, y principalmente porque puede mejorar las propiedades mecánicas del concreto. En base a esto, surge la pregunta que guiará la investigación: ¿Cuál es la evaluación del comportamiento del esfuerzo de compresión del concreto $f'_c: 210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de virutas de metal, Ayacucho – 2024?

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación

Este trabajo se desarrolla en la región de Ayacucho, provincia de Huamanga y en el distrito Carmen Alto. Los materiales a utilizar agregado fino y grueso, se optó por recoger del margen del río Cachi de la cantera Chillico de la familia “Bautista” estas ubicado a 20 km en el C.P. Compañía, distrito de Pacaycasa departamento de Ayacucho, geográficamente se encuentra en las coordenadas 13°05'28.89" Sur y 74°16'28.89" Oeste. Mientras las virutas son obtenidas de taller de metal mecánica tornero de la ciudad de Huamanga - Ayacucho, donde eliminan diversos tipos de virutas de metal, cuyas dimensiones son variables.

2.2. Tratamiento de virutas metálicas

Para la recolección de virutas de metal se visitaron las tornerías que se encuentran en la ciudad de Huamanga con el objetivo de recoger virutas metálicas para utilizarlas como adición a la mezcla de concreto. Para la obtención de las virutas de metal, se describen los siguientes pasos:

- Se aprovechó los residuos generados en la industria metal mecánica en el proceso de moldeo de piezas mecánica de las tornerías que se visitaron.
- Después de realizar la recolección de las virutas metálicas se hace el desembrollo manualmente, Las virutas poseían una longitud variable, promedio entre 1 a 30 cm y una sección transversal que oscilaba entre 0.5 mm a 2mm. y el ancho es de 0.5 mm a 5mm.
- Luego se procederá a realizar el corte de las virutas metálicas a los que tenían mayor longitud de 6 cm, manualmente con ayuda de herramientas manuales de longitudes que oscilan de 1 a 6 cm para su buena trabajabilidad en el proceso de mezclado de concreto.

2.3. Ensayos de contenido de humedad de los agregados

Realizado de acuerdo con las pautas proporcionadas en NTP 339.185

- Se pesó recipiente (W_r), luego se obtuvo una porción del material representativo del árido en el recipiente y tomar el peso ($W_m + \text{recip.}$), finalmente se coloca en el horno eléctrico a 105°C y se deja durante 24 horas.
- Pasado las 24 horas en horno eléctrico y se toma el peso seco (W_{sm}). Luego se calculó con la ecuación 2.1 y 2.2 el contenido de humedad.

$$W\% = \frac{W_{agua}}{W_{seco}} \quad Ec. (2.1)$$

$$W_{agua} = \text{muestra húmeda} - W_{seco} \quad Ec. (2.2)$$

Tabla 2.1*Resultado de contenido de humedad de agregado fino.*

Ensayos	1	2
Recipiente	T-11	T-12
A Peso recipiente (gr)	12.1	11.8
B Peso húmedo de la muestra + recip. (gr)	99	93
C Peso de muestra seca + recip. (gr)	94.4	88.7
D Peso húmedo (B-C) (gr)	4.6	4.3
E Peso muestra seca C-A (gr)	82.3	76.9
Contenido de humedad (%) (D/E) *100	5.59	5.59
Contenido de humedad (prom.) (%)	5.59	

Tabla 2.2*Resultado de contenido de humedad de agregado grueso.*

Ensayo	1	2
Recipiente	T-10	T-13
A Peso recipiente (gr)	11.7	12.1
B Peso húmedo de la muestra + recip. (gr)	99	93
C Peso de muestra seca + recip. (gr)	97.8	91.85
D Peso húmedo (B-C) (gr)	1.2	1.15
E Peso muestra seca C-A (gr)	86.1	79.75
Contenido de humedad (%) (D/E) *100	1.39	1.44
Contenido de humedad (prom.) (%)	1.42	

2.4. Ensayo granulométrico de agregado grueso.

- Se aplicó la norma NTP 400.012 para el ensayo granulométrico de agregado grueso.
- Para la muestra a ensayar se obtuvo una porción del agregado grueso, la cual fue secada en un horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C
- Luego realizar el ensayo de granulometría de la muestra representativa que es obtenido a partir del cuarto. Utilizamos, Mallas normalizadas (1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4 y fondo).

- Realizado el ensayo se calcula el porcentaje retenido en cada tamiz, y su desarrollo representación gráfica de curva granulométrica. Con la ecuación 2.3 se calcula porcentaje retenidos parciales

$$\% \text{ Retenidos parciales} = \frac{\text{Pr}}{\text{Pst}} * 100 \quad \text{Ec. (2.3)}$$

- Es tamizado por separado utilizando una malla hasta que no fluyera más material. Para cada uno de los tamices especificados en la norma anteriormente descrita

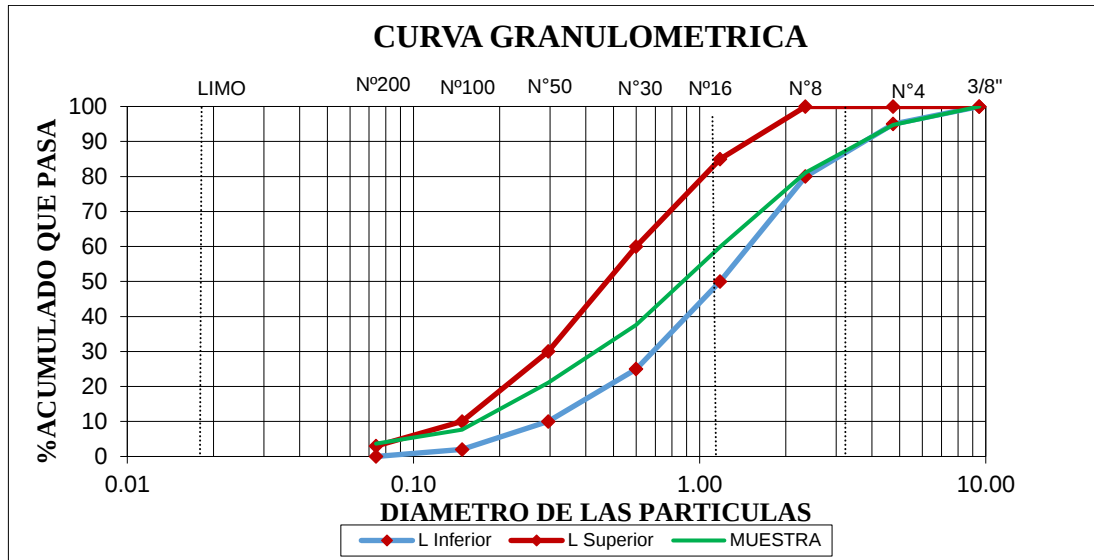
Tabla 2.3

Resultado de ensayo de granulometría de agregado grueso

Wm.		669.00	gr.		
Tamiz	Abertura	W. Retenido	%	% retenido	% que pasa
Nº	(mm)	(gr)	Retenido	acumulado	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	35.20	5.26	5.26	94.74
8	2.34	91.00	13.60	18.86	81.14
16	1.18	141.80	21.20	40.06	59.94
30	0.60	149.40	22.33	62.39	37.61
50	0.30	110.40	16.50	78.89	21.11
100	0.15	89.70	13.41	92.30	7.70
200	0.07	26.90	4.02	96.32	3.68
Fondo		4.00	0.60	96.92	3.08
Lavado		20.60	3.08	100.00	0.00
M.F.				2.98	

Figura 2.1

Curva granulometría de agregado grueso



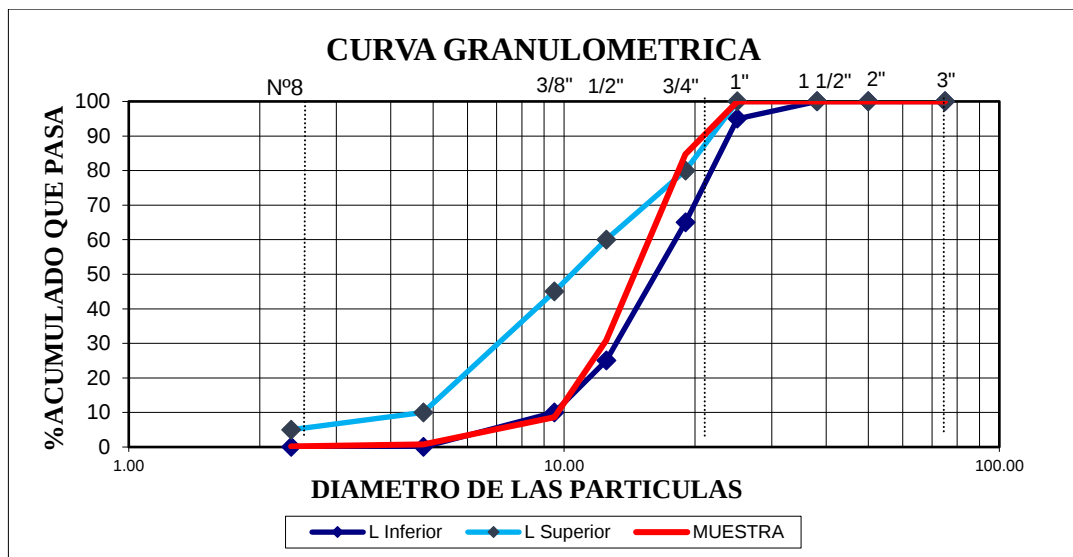
2.5. Ensayo granulométrico de agregado fino.

- Se aplicó la norma NTP 400.012 para el ensayo granulométrico del agregado fino.
- Para la muestra representativa a ensayar, la cual se deja en horno durante 24 horas a una temperatura de 105°C para su respectivo secado (kg)
- Pasada las 24 horas de la muestra se obtiene 669.0 gr. Que cumplió 300gr como mínimo requisito establecido en la NTP.
- Se utilizan las mallas normalizadas (N° 3/8, N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200) y luego se realiza el tamizado de la muestra para pesar las muestras retenidas en cada tamiz este proceso se lleva durante a más de 10 minutos.
- Se realiza el pesado de material retenido en cada malla o tamiz luego se anota todos los datos correspondientes en cada tamiz.
- Finalmente se realiza el cálculo del porcentaje retenido, acumulados y su respectivo proceso de la gráfica de la curva granulométrica y su módulo de finura. Con la ecuación 2.4 se calcula porcentaje retenidos parciales.

$$\% \text{ Retenidos parciales} = \frac{Pr}{Pst} * 100 \quad \text{Ec. (2.4)}$$

Tabla 2.4*Resultado de ensayo de granulometría de agregado fino*

Peso de la muestra	25647.01 gr.				
Tamiz	Abertura	W. Retenido	Retenido	Porcentaje retenido	Porcentaje
Nº	(mm)	(gr)	(%)	acumulado (%)	que pasa
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	3916.00	15.27	15.27	84.73
1/2"	12.50	13813.00	53.86	69.13	30.87
3/8"	9.50	5695.00	22.21	91.33	8.67
4	4.75	2019.00	7.87	99.20	0.80
8	2.36	155.00	0.60	99.81	0.19
fondo	0.00	0.75	0.00	99.81	0.19
lavado	0.00	48.26	0.19	100.00	0.00

Figura 2.2*Curva granulométrica de agregado grueso***2.6. Ensayo de peso unitario suelto de los agregados**

- Se realizó en base a NTP 400.017
- Se toma el peso del recipiente o molde (W mol)
- Se vierte el agregado en dentro del recipiente de forma circular y uniforme, a una altura aproximada de 1 ½" por encima del molde sin ejercer ninguna presión.

- El agregado se pesa (W mol + muestra) después de ser nivelado en el molde.
- Las muestras típicas del agregado fueron sometidas a tres (3) ensayos consecutivos tanto para el agregado fino y grueso.
- El peso unitario suelto se calcula de la siguiente manera con la ecuación 2.5 y 2.6:

$$P_u = \frac{W_{\text{muestra}}}{V_{\text{molde}}} \quad \text{Ec. (2.5)}$$

$$V_m = \frac{\pi}{4} * D^2 * h \quad \text{Ec. (2.6)}$$

Tabla 2.5

Resultado de ensayo de peso unitario suelto de agregado fino.

Peso unitario suelto	1	2	3
A Peso del molde (Kg)	0.85	0.85	0.85
B Volumen de recipiente (m3)	0.0054	0.0054	0.0054
C Peso del molde + peso de la muestra (Kg)	9.956	10.065	10.110
D Peso de la muestra suelta (C-A) (Kg)	9.106	9.215	9.260
Peso suelto unitario (D/B) (Kg/m3)	1683.75	1703.90	1712.22
Promedio de peso suelto unitario (Kg/m3)	1699.96		

Tabla 2.6

Resultado de ensayo de peso unitario suelto de agregado grueso.

Peso unitario suelto	1	2	3
A Peso del recipiente (Kg)	0.85	0.85	0.85
B Volumen de recipiente (m3)	0.0054	0.0054	0.0054
C Peso del recipiente + peso de la muestra (Kg)	8.327	8.403	8.374
D Peso de la muestra suelta (C-A) (Kg)	7.477	7.553	7.524
Peso unitario suelto (D/B) (Kg/m3)	1382.54	1396.59	1391.23
Promedio de peso unitario suelto (Kg/m3)	1390.12		

2.7. Ensayo de peso unitario compactado de los agregados

- Se realizo en base a NTP 400.017
- Primero tomamos el peso del recipiente o molde (W. mol.)
- Se vierte los áridos en tres capas homogéneas, en cada capa se realiza 25 varillados y en los laterales se aplica 10 golpes con comba

- El agregado se pesa (W mol + muestra) después de ser varillado en tres capas y ser nivelado en el molde.
- Se realizaron dos (2) muestras aleatorias representativas de los áridos en secuencia.
- La densidad unitario compacto se calcula de la siguiente manera con la ecuación 2.7

$$P_{uc} = \frac{W_{muestra}}{V_{molde}} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

Tabla 2.7

Resultado de ensayo de peso unitario compactado de agregado fino.

peso unitario compactado	1	2
A Peso del molde (Kg)	0.85	0.85
B Volumen de molde (m3)	0.0054	0.0054
C Peso del recipiente + peso de la muestra (Kg)	11.241	11.091
D Peso de la muestra compactada (C-A) (Kg)	10.391	10.241
Peso unitario compactado (D/B) (Kg/m3)	1921.35	1893.61
Promedio de peso unitario compactado (Kg/m3)	1907.48	

Tabla 2.8

Resultado de ensayo de peso unitario compactado de agregado grueso.

peso unitario suelto	1	2
A Peso del molde (Kg)	0.85	0.85
B Volumen de molde (m3)	0.0054	0.0054
C Peso del recipiente + peso de la muestra (Kg)	9.351	9.256
D Peso de la muestra compactada (C-A) (Kg)	8.501	8.406
Peso unitario compactado (D/B) (Kg/m3)	1571.88	1554.31
Promedio de peso unitario compactado (Kg/m3)	1563.10	

2.8. Ensayo de peso específico y absorción de agregado fino

- Realizamos de acuerdo a la NTP 400.12
- Primero del árido tomado de la cantera se realiza el cuarteo y luego se recoge de forma diagonal y se deja en horno durante 24 horas hasta obtener peso seco (kg)

- Pasada las 24 horas se sumerge por completo en agua con recipiente durante un periodo de no menos 24 horas hasta que logre la saturación completa.
- Transcurrido el tiempo previsto, se procede a retirar el árido fino y luego se deja para que evapore el agua excedente, hasta llegar al punto de SSS. a una temperatura del ambiente.
- El material superficialmente seco se realiza a pesar un aproximado de 500 gr. de agregado fino para verter en la fiola, antes de verter el material se pesan las Fiola más agua hasta su capacidad correspondiente.
- Luego se vierte el agregado fino en la fiola, con un cocharon y para no perder se ayudó con un cono.
- Se procede a agitar en un tiempo de 6 a 10 minutos Al finalizar el proceso de agitación, se añadió más agua hasta alcanzar los 500 mm.
- Concluido el procedimiento de agitación, se añadió más agua hasta alcanzar su capacidad establecido y luego de ello se toma el peso de (fiola + msss + agua).
- El material se vertió en un recipiente y después se sometió al secado en horno de 105 °C en un periodo de 24 horas transcurrido el tiempo previsto se anota el peso de agregado fino seca.

Tabla 2.9

Resultado de ensayo peso específico y absorción de agregado fino.

Muestra	1	2	Promedio
A Peso de muestra seca al horno (105°C) (gr.)	484.10	489.91	
B Peso de fiola llenado de agua (gr.)	675.20	675.10	
C Peso de fiola llenado de la muestra y agua (gr.)	981.40	980.90	
S Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr.)	500.00	500.00	
Peso específico = $A/(B+S-C)$ (gr/cm ³)	2.50	2.52	2.51
Grado de absorción = $[(S-A)/A] \times 100$ (%)	3.28%	2.06%	2.67%

2.9. Peso específico y absorción de agregado grueso.

- Se desarrollo según la NTP 400.022.
- Primero del árido tomado de la cantera se realiza el cuarteo y luego se recoge de forma diagonal y se deja en horno durante 24 horas hasta obtener peso seco (kg)

- Pasada las 24 horas se sumerge por completo en agua con recipiente durante un periodo de no menos 24 horas hasta que logre la saturación completa.
- Transcurrido el tiempo previsto, se procede a retirar del agua y deja para que el agregado evapore el agua excedente, luego se extendió y con una franela se hace el secado hasta que se pierda la lámina de agua.
- Luego se toma el peso del canastilla o cesto sumergido en recipiente con agua, de igual manera se toma el peso del árido grueso aproximadamente de 1.32kg luego se vierte en la canastilla.
- Realizado el paso anterior se coloca en un recipiente con agua y luego se procede a pesar el agregado mientras está sumergido.
- Finalmente se vierte el agregado de la canastilla a un recipiente y se deja en horno de 105°C en un periodo de 24 hr. para obtener su grado de absorción tomando el peso seco.

Tabla 2.10

Resultado de ensayo peso específico y absorción de agregado fino.

Ensayo		1	2
Recipiente		T-10	T-13
A	Peso recipiente (gr)	11.7	12.1
B	Peso húmedo de la muestra + recip. (gr)	99	93
C	Peso de muestra seca + recip. (gr)	97.8	91.85
D	Peso húmedo (B-C) (gr)	1.2	1.15
E	Peso muestra seca C-A (gr)	86.1	79.75
Contenido de humedad (%) (D/E) *100		1.39	1.44
Contenido de humedad (prom.) (%)		1.42	

2.10. Diseño de concreto con cemento tipo I

Para establecer los valores de los diferentes materiales, utilizaremos la técnica de diseño desarrollada por el comité 211 de ACI. Este procedimiento se basa en tablas que pueden utilizarse para obtener los valores. serie de procesos que al seguirlos nos permiten realizar la mezcla adecuada para el trabajo a realizar en función de las características de los materiales que

se requieren para poder estimar las cantidades de materiales que se requieren para preparar una unidad cúbica de concreto.

- Para el diseño de mezcla se utilizó una resistencia de diseño de 210 kg/cm².
- En función de la resistencia de diseño requerida, se obtuvo por interpolación la relación agua cemento usando como referencia la tabla 3.3 (ACI 211). La relación agua cemento (a/c) obtenida fue de 0.56.
- Se considerará un Slump trabajable el cual se optará de 3" a 4" (consistencia plástica).
- En base a la consistencia de diseño y el tamaño máximo nominal del agregado grueso (3/4"), se obtuvo a partir de la tabla 3.3 (ACI 211). el peso de agua requerida por metro cúbico de concreto; el cual fue de 205 lt/m³.
- Una vez obtenida la relación agua cemento y la cantidad de agua, se calculó el peso del cemento por metro cúbico de concreto, la cual equivale a 366.07 kg/m³.
- El volumen absoluto es obtenido del peso obtenido del cemento, el agua y de agregado grueso.

Tabla 2.11

proporciones obtenidas del diseño de mezcla para 1 m³ cubico

componentes para 1m ³ de concreto para f'c:210 kg/cm ²		
Cemento	366.07	Kg/m ³
Agua	187.81	Lt/m ³
Grava	954.33	Kg/m ³
Arena	775.75	Kg/m ³
Total	2283.97	Kg/m ³

Tabla 2.12

proporciones obtenidas del diseño de mezcla para una bolsa de cemento.

componentes para 1bols. de cemento para f'c: 210 kg/cm ²		
Cemento	42.50	Kg
Agua	21.80	Lt
Grava	110.80	Kg
Arena	90.06	Kg

Total 265.16 kg

2.10.1. Dosificación de virutas de metal

Se realizó utilizando tres proporciones de virutas metálicas recicladas, para obtener el peso de virutas metálicas recicladas se realiza de acuerdo al peso del cemento.

Tabla 2.13

Dosificación de virutas de metal.

% de virutas de metal	Concreto diseño f'c (kg/cm2)	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Agua diseño (lt)	Virutas de metal (gr)	Total (kg/bol)
0%	210.00	42.50	90.06	110.79	21.80	0.00	265.15
1%	210.00	42.50	90.06	110.79	21.80	425.00	265.58
3%	210.00	42.50	90.06	110.79	21.80	1275.00	266.43
5%	210.00	42.50	90.06	110.79	21.80	2125.00	267.28

2.11. Elaboración de probetas

Para el proceso de la elaboración de los cilindros de concreto, se aplicó la norma NTP 339.033 donde se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:

- Para realizar la mezcla, se procedió como primer paso pesar cada uno de los materiales de acuerdo a la cantidad de material para el diseño, y luego se vertió en la mezcladora.
- Después de mezclar de 3 a 4 minutos se procede a incorporar las virutas metálicas recicladas y homogenizar.
- Los moldes se colocan en una superficie plana y nivelada fuera de vibraciones.
- Se aplicó con el desmoldante en el molde para facilitar el desmolde de concreto.
- Vertimos el concreto en dentro del molde con la ayuda de un cocharon en tres capas de igual volumen cada una.
- Se hace el varillado en las tres capas haciéndose un varillado de 25 veces en cada capa sin ejercer presión fuerte ni liviano en forma de espiral, después con comba golpeamos suavemente alrededor del molde de 10 a 15 golpes para liberar el aire que haya quedado atrapado dentro de las muestras.

- Enrazamos la parte superior ayudándonos de una plancha y dejamos lisa y nivelada.
- Finalmente se guardan en un ambiente fuera de vibraciones y donde que no llegue el sol.

2.12. Ensayo de la consistencia o "slump"

Para evaluar el asentamiento de la mezcla producido, se siguieron las indicaciones establecidas en ASTM C 143.

- Una vez finalizado de proceso de mezclado del hormigón, se toma una muestra de hormigón y luego se rellena en el cono de Abrams en tres capas de volúmenes iguales
- En cada capa se hace el varillado de 25 veces con la ayuda de varilla lisa de 5/8".
- Después de retirar el cono a intervalos que varían entre 5 a 10 segundos, se invierte posteriormente el cono y se mide a la altura promedio del hormigón que se ha asentado

Tabla 2.14

Resultados de consistencia.

Concreto	Prueba de slump
Control	3.80pulg
1% de virutas	3.81pulg
3% de virutas	3.52pulg
5% de virutas	3.20pulg

2.13. Desmolde y curado de los testigos

- Este procedimiento se efectuó mediante el uso de las normas NTP 339.033.
- después de 24 horas, realizar el desmolde de las probetas, hecho esto se marca en la cara circular de los especímenes con un bolígrafo indeleble las anotaciones como el tipo de resistencia, fecha de moldeo, %
- de virutas de metal y tiempo de curado. Luego de esto se colocan los moldes en una poza para el curado respectivo.

2.14. Ensayo a resistencia a compresión

Una vez pasado los 7 días y 14 días y 28 días de curado, se procedió a realizar la prueba de compresión especificada en la Norma NTP 339.0334

Para determinar la resistencia se debe utilizar la siguiente ecuación 2.8.

$$R_c = \frac{4P}{\pi * D^2} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

Tabla 2.15

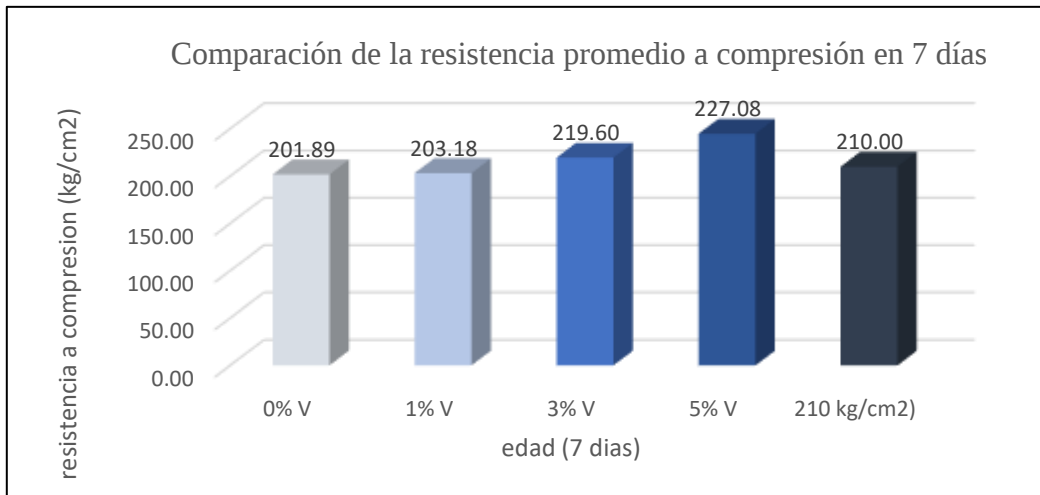
Resultados de ensayo a la resistencia a compresión.

Probeta	% de virutas de metal	Edad (días)	densidad promedia de concreto (kg/m3)	resistencia promedio (kg/cm2)	porcentaje	variación
sin viruta	0%	7	2421.34	201.89	100.00%	0.00%
viruta	1%	7	2419.06	203.18	100.64%	0.64%
viruta	3%	7	2418.62	219.60	108.78%	8.78%
viruta	5%	7	2420.98	227.08	112.48%	12.48%
sin viruta	0%	14	2421.88	253.76	100.00%	0.00%
viruta	1%	14	2420.29	225.76	100.79%	0.79%
viruta	3%	14	2418.35	264.26	104.14%	4.14%
viruta	5%	14	2423.37	286.84	113.04%	13.04%
sin viruta	0%	28	2418.25	312.06	100.00%	0.00%
viruta	1%	28	2415.88	312.82	100.25%	0.25%
viruta	3%	28	2418.86	324.21	103.89%	3.89%
viruta	5%	28	2419.43	337.42	108.13%	8.13%

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 3.1

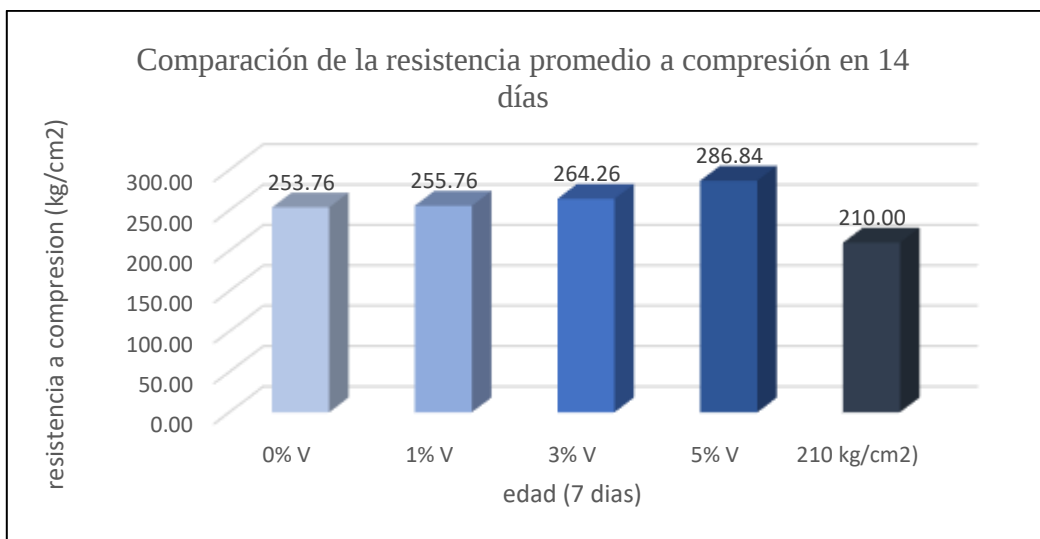
Resistencia promedio de la compresión a los 7 días



De la Figura 3.1 se deduce la capacidad de resistencias promedios a compresión del concreto a la edad de 7 días con la incorporación de 1%, 3% y 5% virutas de metal reciclado la resistencia a compresión aumenta en comparación con al concreto de control. Y podemos mencionar con respecto al concreto diseño $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días no supera el concreto con 0% y 1% de virutas de metal reciclado, mientras con 3% y 5% de virutas de metal supera al concreto diseño.

Figura 3.2

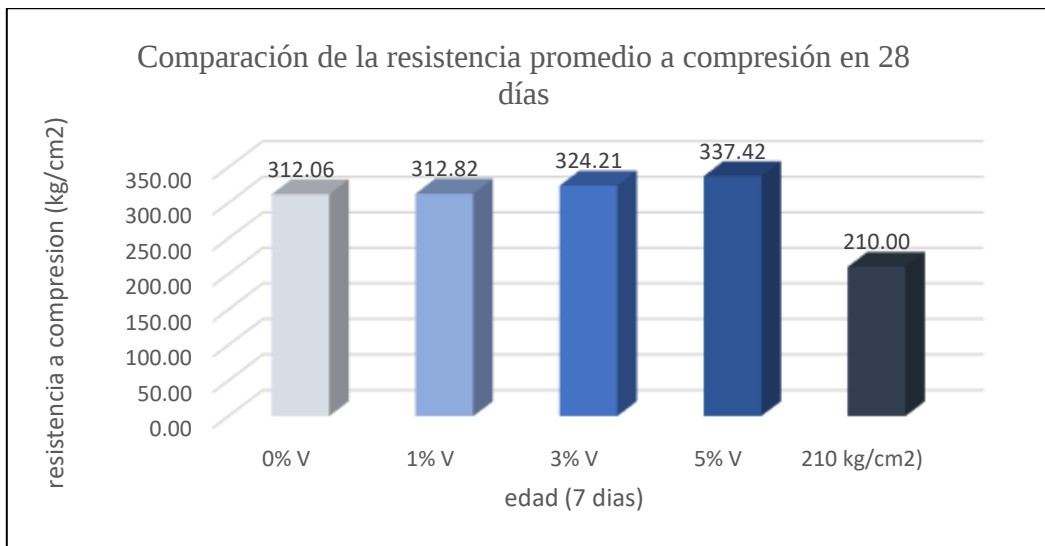
Resistencia promedio de la compresión a los 14 días.



De la Figura 3.2 se deduce que la resistencia promedio a compresión de la probeta a la edad de 14 días con la incorporación de 3% y 5% de virutas de metal reciclado, la resistencia a compresión aumenta, mientras el concreto con 1% de virutas de metal reciclado es superior en mínimo, en comparación con el concreto control, con respecto al concreto diseño $f'_c=210$ kg/cm² a los 14 días concreto incorporado con 0%, 1%, 3% y 5% de virutas de metal superan.

Figura 3.3

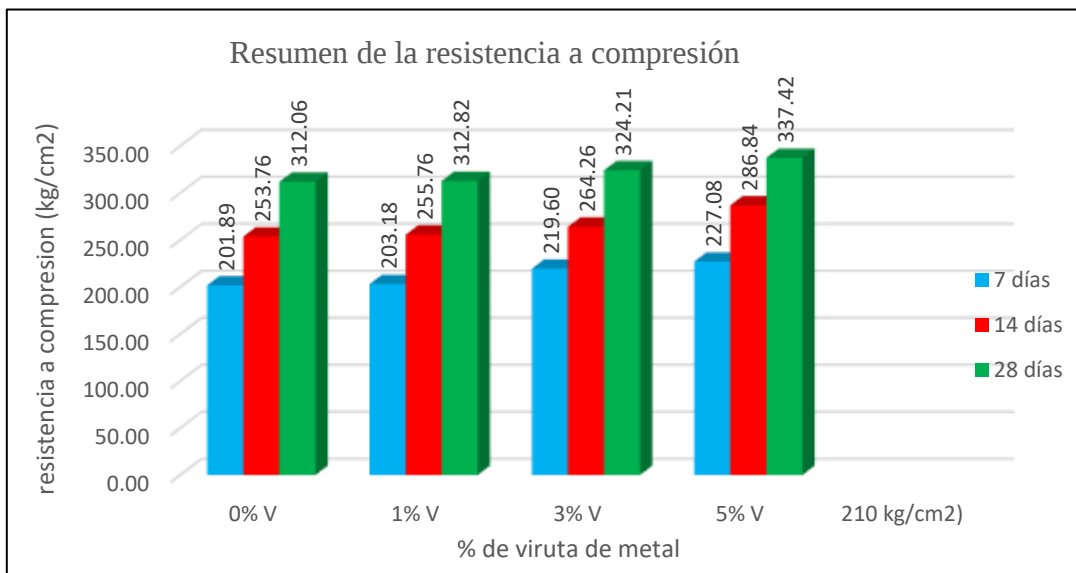
Resistencia promedio de la compresión a los 28 días.



De la Figura 3.3 se deduce que las resistencias promedio a compresión de las probetas a los 28 días cuando con la incorporación de 3% y 5% de virutas de metal reciclado presentan una resistencia superior a compresión, mientras las probetas con 1% de virutas metálicas reciclado es igual en comparación con el concreto control, con relación al concreto diseño $f'_c=210$ kg/cm² a los 28 días concreto con 0%, 1%, 3% y 5% de virutas de metal superan.

Figura 3.4

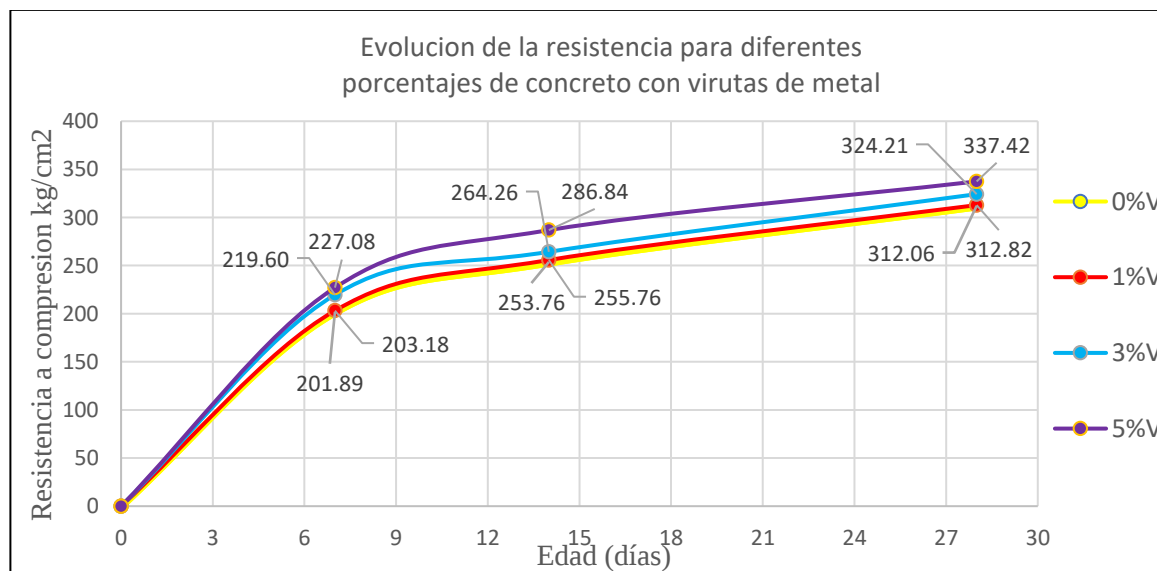
Resumen de las resistencias promedios a compresión.



Según lo presentado en Figura 3.4 el mayor valor alcanzado después de incorporar al concreto el 3% y 5% de virutas metálicas recicladas a la edad de 28 días es de 324.21 kg/cm² y 337.42 kg/cm², respectivamente y estos porcentajes presentan mayor resistencia.

Figura 3.5

Evolución de la resistencia promedio a la compresión.



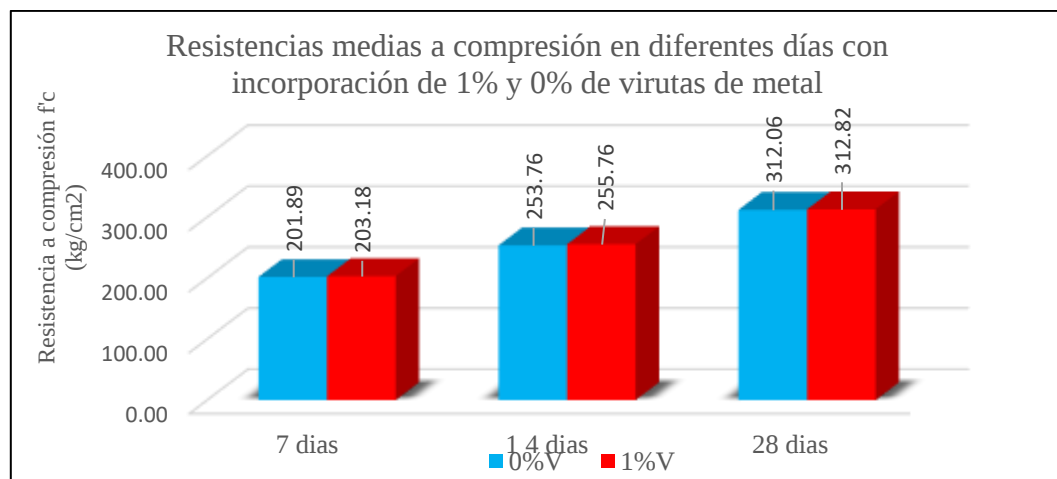
De la Figura 3.5 podemos observar el desarrollo de los concretos con incorporación de diferentes proporciones de virutas de metal, tal como se puede ver en la figura al incorporar en un 3% y 5% de virutas de metal reciclado logramos observar a los 7, 14 y 28 días la evolución

de resistencia se encuentra por encima de concreto con 1% virutas de metal y concreto control, mientras concreto incorporado con 1% de virutas de metal y concreto control tienen la misma tendencia de evolución de la resistencia.

3.1. Interpretación de resultados de los objetivos.

Figura 3.6

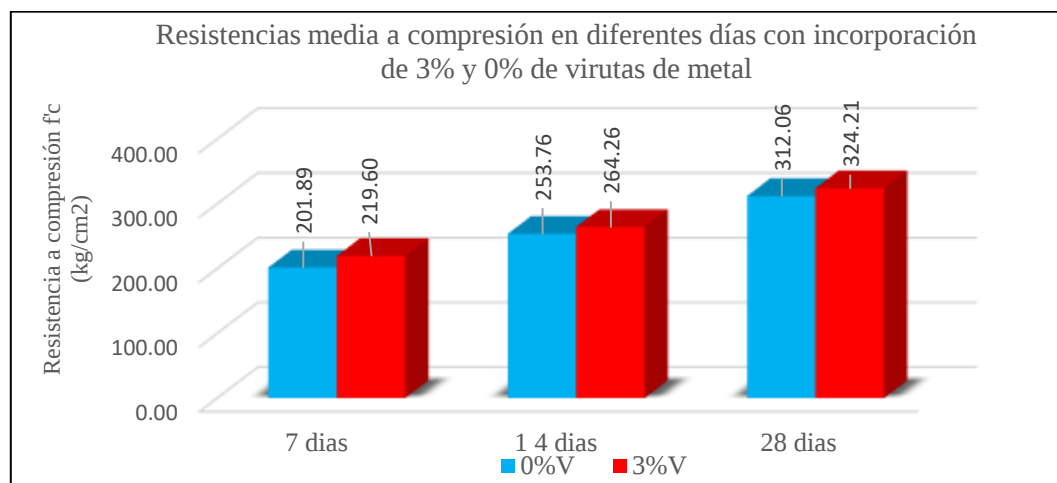
Resistencias a compresión de probetas con 0% y 1% de virutas metálicas



De la Figura 3.6. se puede ver que las resistencias promedias a compresión de los concretos incorporadas con un 1 % de las virutas metálicas recicladas a los 7, 14 días superan en mínimos porcentajes al concreto de control que es concreto con 0% de virutas de metal en un 0.64 %, 0,79 % respectivamente mientras que a los 28 días presenta una igualdad en compresión.

Figura 3.7

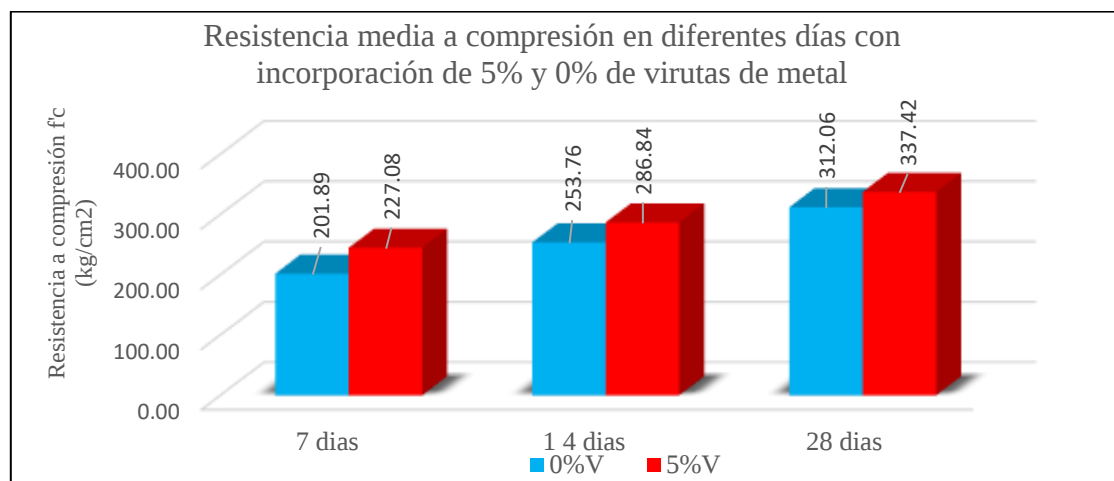
Resistencias a compresión de probetas con 0% y 3% de virutas metálicas



De la Figura 3.7 se puede ver que las resistencias promedias a compresión de los concretos incorporadas con un 3 % de las virutas metálicas recicladas a los 7, 14 y 28 días es superior al concreto de control que es concreto con 0% de virutas de metal en un 8.13 %, 4.14 % y 3.89% respectivamente, presentando una mejoría comparada con la probeta control. También podemos observar que a los 7 y 14 días las virutas de metal tienen una influencia superior que a los 28 días.

Figura 3.8

Resistencias a compresión de probetas con 0% y 5% de virutas metálicas.



De la Figura 3.8 se puede ver que las resistencias promedias a compresión de los concretos incorporadas con un 5 % de las virutas metálicas recicladas a los 7, 14 y 28 días superan al concreto de control que es concreto con 0% de virutas de metal en un 12.48%, 13.04% y 8.13% respectivamente, presentando una mejoría comparada con la probeta control. También podemos observar que a los 7 y 14 días las virutas de metal tienen una influencia superior que a los 28 días.

3.2. Discusiones

Los resultados demostraron que la aplicación de virutas metálicas recicladas adicionado en proporciones de 3% y 5% si influye en resistencia a compresión del concreto.

No obstante, Riveros & Vilca (2021) su trabajo busco realizar una investigación sobre las características físicas y mecánicas del concreto con viruta de acero en tres porcentajes (3%, 6% y 9%) los resultados señalaron que a los 7 días la variación es (3%, 19.40% y 14.20%) respectivamente, a los 14 días la variación es (0.44%, 12.15% y 6.44 %) respectivamente y a

los 28 días la variación es (3.81%, 9.72% y -25.50%) respectivamente. Los resultados logrados nos indican que mejora el comportamiento mecánico en el estudio con inclusión de virutas de aceros al 6% presentando mayores resistencias a compresión.

Para Pacheco (2016) el resultado obtenido al incorporar las virutas de aceros de (2, 4 y 6%) genera una variación de resistencias a compresión axial de las probetas a los 7 días en (21.4%, 24.6% y 27%), 14 días en (9.7%, 14.7% y 17.9%) y 28 días en (7%, 10.3% y 13.4%) respectivamente, siendo mayor incidencia de virutas de acero en resistencia a los 7 y 14 días. Los datos recopilados demuestran que los concretos que contienen virutas de acero como material adicional exhiben una mayor resistencia en comparación con los concretos tradicionales, cuando se someten a pruebas a los 7, 14 y 28 días.

Para Vásquez (2021) Su investigación difirió, ya que mostró que la resistencias a compresión del concreto f'_c :210 kg/cm² al añadir ciertas proporciones en (4%, 8% y 12%) de Viruta de metal a los 7 días llega a tener una variación en porcentaje de 4% en 10.12 % y en porcentajes de 8% y 12% está por debajo de concreto control en (26.47% y 50.54%), a los 14 días llega a tener una variación en porcentaje de 4% en 8.42 % y en porcentajes de 8% y 12% está por debajo de concreto control en (12.70% y 33.34%) y a los 28 días llega a tener una variación en porcentaje en 4% y 8% en (15.36 % y 4.12 %) en porcentajes de 12% está por debajo de concreto control en (11.80%); Se puede concluir que, a mayor cantidad de las virutas de metal, las resistencias a compresión es inferior en comparación con el concreto control.

Después de realizar los ensayos se obtiene al incorporar un 5% de virutas metálicas recicladas se supera el valor de concreto control teniendo mayor incremento con respecto a las demás proporciones, teniendo una influencia mayor a los 7 y 14 días que a los 28 días. Entonces podemos indicar que hay una **coincidencia**. A través de este trabajo, se ha comprobado las referidas informaciones, en comparación con otros trabajos.

4. CONCLUSIONES

Las resistencias a compresión de las probetas una vez que alcanza su rigidez mostró un aumento máximo en su capacidad de resistencia siendo la más óptima y favorable con la incorporación de 5% de virutas metálicas recicladas, siendo un aporte para su uso, también contribuye a la sostenibilidad al reducir residuos industriales metal mecánico, esto puede ser especialmente beneficioso en proyectos de construcción donde el costo y el impacto ambiental tienen consideraciones importantes.

1. En cuanto a la incorporación de 1% de virutas de metal reciclado al concreto 210 kg/cm² a los 7, 14 días superan en mínimos porcentajes al concreto de control con 0.64 %, 0,79 % respectivamente mientras que a los 28 días presenta una igualdad en compresión, con respecto a la resistencia a compresión de probeta control.
2. En cuanto a la incorporación de 3% de virutas de metal reciclado al concreto 210 kg/cm² a los 7 días, 14 días y 28 días superan al concreto de control con 8.13%, 4.14 % y 3.89% respectivamente, presentando una influencia superior a los 7 y 14 días respecto a los 28 días superando de esta manera a la probeta de control.
3. En cuanto a la incorporación de 5% de virutas de metal reciclado al concreto 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días superan al concreto de control siendo resistencia promedio 244.80 kg/cm², 286.84 kg/cm² y 337.42 kg/cm² y teniendo una variación superior de 12.48%, 13.04% y 8.13% respectivamente, presentando una influencia superior a los 7 y 14 días respecto a los 28 días superando de esta manera a la probeta de control este porcentaje presentó una variación máxima al someter a la prueba de resistencia a compresión, siendo un aporte para su uso.

5. RECOMENDACIONES

1. Se debe realizar basándose en las normativas técnicas los ensayos de características físico – mecánicas de concreto, de este modo se podrá tener los resultados esperados.
2. Utilizar agregados, que cumplan con los estándares de NTP e internacionales, para asegurar la excelencia y estabilidad, ya que de esto depende que el diseño de mezclas sea satisfactorio y así obtener las resistencias deseadas del concreto.
3. Para la utilización de estas virutas metálicas, es mantener una longitud menor a 6 cm, pues cuando son producidas sus longitudes varían, por lo tanto, se tiene que clasificar y recortar.
4. La incorporación de virutas metálicas para la fabricación de concreto es recomendable con incorporación de 5% de virutas de metal ya que alcanza una resistencia superior a las otras proporciones según los ensayos realizados
5. Es recomendable el uso de virutas de metal provenientes de taller metalmecánica para la fabricación de concreto ya que para la fabricación de concreto con incorporación virutas mejora la resistencia del concreto, y así poder contribuir a la sostenibilidad al reducir residuos de la industria metal mecánica.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- NORMA NTP 339.034. (2013). *Hormigón. Método de Ensayo Normalizado Para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto, en Muestras Cilíndricas*. 28. Ed. R. 2013-CRT-INDECOPI.
- NORMA NTP 339.046.2013. . (2013). *Hormigón. Método de Ensayo Normalizado Para Determinar la Densidad (Peso Unitario), Rendimiento y Contenido de Aire (Método Gravimétrico) del Hormigón (Concreto)*. . 28. Ed. R. 2013-CRTINDECOPI.
- NORMA NTP 339.183. (2013). *Hormigón. Práctica Normalizada Para la Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto en el Laboratorio*. . 28. ed. R 2013-CRT-INDECOPI.172.
- NORMA NTP 400.012.2013. (2013). *Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global*. . 28. Ed. R. 2013-CRT-INDECOPI.
- Norma Técnica Peruana NTP 400.012 . (2001). *Agregados, Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global* (2014).
- NTP 339.070. (2001). *Toma de Muestras de Agua Para la Preparación y Curado de Morteros y Concretos de Cemento Portland*.
- Miranda, M., Morales, Y., & Sánchez, G. (2023). *Aprovechamiento de virutas metálicas como adición en la mezcla de concreto*. pp.98–104. Obtenido de <http://revistas.utp.ac.pa>
- Pacheco, G. A. (2016). *Resistencia a compresión axial del concreto $f'c=175$ kg/cm² incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayados a diferentes edades*, UPN - 2016. [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. Cajamarca, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/10488>
- Riveros, G., & Vilca, J. J. (2021). *Propuesta de diseño de las propiedades mecánicas del concreto con adición de viruta de acero fundido en reemplazo parcial del agregado*, Lima. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas], Lima. Obtenido de <https://upc.aws.openrepository.com/handle/10757/655018>