

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm² con agregado
reciclado y adicionado en 2% de viruta de acero**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Crispín Carbajal Humberto Julio

Asesor

Solar Jara Miguel Ángel

Huaraz – Perú 2020

ÍNDICE GENERAL

	Página
PALABRAS CLAVE-LINEA DE INVESTIGACION:.....	i
TITULO DE LA INVESTIGACION	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	34
III. RESULTADOS	53
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	77
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
VII. ANEXOS Y APÉNDICES.....	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características físicas de la viruta de acero	9
Tabla 2. Composición química del acero (viruta de acero)	10
Tabla 3. Límites granulométricos para el agregado fino	25
Tabla 4. Tamices estándar para granulometría	28
Tabla 5. diseño en bloque completo al azar	34
Tabla 6. Contenido de humedad agregado fino	38
Tabla 7. Contenido de humedad agregado grueso (piedra chancada)	39
Tabla 8. Contenido de humedad agregado grueso (concreto reciclado).....	39
Tabla 9. Peso volumétrico agregado Fino	41
Tabla 10. Peso volumétrico del agregado grueso (piedra chancada).....	42
Tabla 11. Peso volumétrico del agregado grueso (concreto reciclado)	42
Tabla 12. Gravedad específica y absorción para el agregado fino.	45
Tabla 13. Gravedad específica y absorción (piedra chancada).....	45
Tabla 14. Gravedad específica y absorción (concreto reciclado)	46
Tabla 15. Análisis granulométrico para agregado fino.....	48
Tabla 16. Límites del uso Granulométrico del Agregado Fino	49
Tabla 17. Análisis granulométrico para agregado grueso (piedra chancada).....	50
Tabla 18. Límites del uso granulométrico del agregado grueso	50
Tabla 19. Análisis granulométrica para agregado grueso (concreto reciclado).....	51
Tabla 20. Resultado de los ensayos realizados al agregado fino	53
Tabla 21. Resultado de los ensayos realizados al agregado grueso (piedra chancada)	54
Tabla 22. Resultado de los ensayos realizados al agregado de concreto reciclado ...	54
Tabla 23. Valores obtenidos para el diseño de mezcla con un aporte de agregado de concreto reciclado en 10%	55
Tabla 24. Valores obtenidos para el diseño de mezcla con un aporte de agregado de concreto reciclado en 15%	55
Tabla 25. Cantidad de materiales para 9 probetas (viruta de acero 0% y agregado de concreto reciclado 0%)	55

Tabla 26. Cantidad de materiales para 9 probetas (viruta de acero 2%)	56
Tabla 27. Cantidad de materiales para 9 probetas (viruta de acero 2% y agregado de concreto reciclado 10%)	56
Tabla 28. Cantidad de materiales para 9 probetas (viruta de acero 2% y agregado de concreto reciclado 15%)	56
Tabla 29. Prueba del Slump	57
Tabla 30. Resistencia a la compresión a los 7 días	58
Tabla 31. Resistencia a la compresión a los 14 días	63
Tabla 32. Resistencia a la compresión a los 28 días	68
Tabla 33. % de aumento de resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días.....	75
Tabla 34. Análisis de varianza	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Viruta de acero	6
Figura 2. Viruta de acero discontinua.....	7
Figura 3. Viruta de acero continúa.....	8
Figura 4. concreto reciclado	12
Figura 5. Agregado grueso.....	22
Figura 6. Agregado fino.....	24
Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino	49
Figura 8. Curva granulométrica del agregado grueso (piedra chancada)	51
Figura 9. Curva granulométrica del agregado grueso (concreto reciclado).....	52
Figura 10. Resistencia a la compesion a los 7 días	59
Figura 11. Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días del patrón y experimental.....	60
Figura 12. Resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm2 a los 7 días	61
Figura 13. Comparación de los resultados de la resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm2 a los 7 días del patrón y experimental.....	62
Figura 14. Resistencia a la compresión a los 14 días.....	64
Figura 15. Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días del patrón y experimental.....	65
Figura 16. Resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm2 a los 14 días.....	66
Figura 17. Comparación de los resultados de la resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm2 a los 14 días del patrón y experimental.....	67
Figura 18. Resistencia a la compresión a los 28 días.....	69
Figura 19. Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días del patrón y experimental.....	70
Figura 20. Resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm2 a los 28 días.....	71
Figura 21. Comparación de los resultados de la resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm2 a los 28 días del patrón y experimental.....	72
Figura 22. Resistencia alcanzada a la compresión a los 7,14 y 28 días.....	73

Figura 23. Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimentales a los 7,14 y 28 días.....	74
Figura 24. Viruta de Acero.....	85
Figura 25. Recolectando la viruta de acero.....	85
Figura 26. Probetas obtenidas del laboratorio.....	85
Figura 27.Chancadora.....	86
Figura 28.Disminucion de las probetas para introducir a la chancadora.....	86
Figura 29.recolectando el agregado grueso.....	86
Figura 30. Recolectando el agregado fino.....	86
Figura 31.pesando el agregado grueso (piedra chancada).....	87
Figura 32. Pesando el agregado fino.....	87
Figura 33. pesando el agregado grueso (concreto reciclado).....	87
Figura 34. introduciendo al horno las muestras por 24 horas.....	87
Figura 35. Llenando el recipiente con el agregado.....	88
Figura 36.enrasando la superficie con una regla.....	88
Figura 37.enrasando con una regla el agregado fino	88
Figura 38. pesando el agregado mas el recipiente.....	88
Figura 39. Pesando el agregado fino para el ensayo.....	89
Figura 40. muestra del agregado fino sumergido en agua.....	89
Figura 41. Peso seco de la arena fina.....	89
Figura 42.colocando el agregado fino a ala fiola.....	89
Figura 43.fiola con agregado más agua.....	90
Figura 44. peso de la fiola con agua y arena.....	90
Figura 45. Secado del agregado grueso para llegar al estado SSS.....	90
Figura 46.pesando la malla.....	90
Figura 47. Lavando la muestra del agregado fino.....	91
Figura 48.tamices para realizar el tamizado.....	91
Figura 49.tamizando la muestra.....	91

Figura 50.tamices para el agregado grueso.....	91
Figura 51. Realizando el tamizaje de la viruta de acero.....	92
Figura 52 realizando la mezcla del concreto.....	92
Figura 53.añadiendo la viruta de acero.....	92
Figura 54.realizando la muestra para la prueba de slump.....	93
Figura 55.realizando la prueba de slump.....	93
Figura 56.realizando la medición del slump.....	93
Figura 57.realizando el vaciado de las probetas.....	93
Figura 58.eliminando el aire atrapado.....	94
Figura 59.vaciado de las 36 probetas.....	94
Figura 60.puesto la probeta a la compresora para su ruptura.....	94
Figura 61. Probeta rota a los 7 días.....	94
Figura 62. Colocando la probeta para su ruptura.....	95
Figura 63.probeta rota a los 7 días.....	95
Figura 64.probetas para su ruptura a los 14 días.....	95
Figura 65.colocando la probeta para su ruptura.....	95
Figura 66.realizando la ruptura de la probeta a los 14 días.....	96
Figura 67.probeta rota a los 14 días.....	96
Figura 68.colocando la probeta para su ruptura	96
Figura 69.probeta rota a los 28 días.....	96

PALABRAS CLAVE:

Tema : viruta de acero
Especialidad : Tecnología del concreto

KEYWORDS:

Theme : Steel chip
Specialty : Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACION

Línea de investigación	Estructuras
Área	Ingeniería, Tecnología
Subarea	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

Resistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm² con agregado reciclado y adicionado en 2% de viruta de acero

Resumen:

Esta tesis es una investigación experimental sobre la utilización de la viruta de acero que son obtenidos en las industrias metálicas como desechos o residuos y también sobre la reutilización del concreto endurecido en este caso con fines prácticos obtenidos de cilindros desechados del laboratorio de la universidad San Pedro filial Huaraz.

Se presentan cuatro tipos de mezclas de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la primera el concreto patrón sin ninguna adición ni sustitución la segunda concreto con adición de la viruta de acero en un 2% respecto al peso de los agregados, la tercera concreto con adición de la viruta de acero en un 2% respecto al peso de los agregados y sustitución en un 10% del agregado grueso por el agregado de concreto reciclado y la cuarta concreto con adición de la viruta de acero en un 2% respecto al peso de los agregados y sustitución en un 15% del agregado grueso por el agregado de concreto reciclado y luego se elaboraron cilindros que fueron sometidos a los pruebas de compresión a los 7, 14 y 28 días y se realizó la comparación con uno convencional.

Los resultados obtenidos de la investigación indican que la mezcla con la adición de la viruta de acero en un 2% respecto al peso de los agregados tiene un incremento de la resistencia a la compresión de manera ascendente y homogénea superando al patrón en un 14% a los 28 días y llegando a una resistencia de $f_c = 253.21 \text{ kg/cm}^2$ por lo cual esta mezcla es lo más idóneo para utilizar en la fabricación del concreto.

Las mezclas con la adición de la viruta de acero en un 2% respecto al peso de los agregados y sustitución en un 10% del agregado grueso por el agregado de concreto reciclado y la de la adición de la viruta de acero en un 2% respecto al peso de los agregados y sustitución en un 15% del agregado grueso por el agregado de concreto reciclado, según los resultados obtenidos a los 7, 14 y 28 días también demuestran que si es factible poder utilizar en estos dos porcentajes en la fabricación del concreto ya que superaron los valores de diseño del patrón.

Abstract

This thesis is an experimental investigation on the use of steel shavings that are obtained in the metal industries as waste or waste and also on the reuse of hardened concrete in this case for practical purposes obtained from discarded cylinders of the laboratory of the San Pedro University Huaraz subsidiary.

Four types of mixtures of $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ are presented, the first the standard concrete without any addition or replacement the second concrete with the addition of the steel chip by 2% with respect to the weight of the aggregates, the third concrete with addition 2% of the steel chip with respect to the weight of the aggregates and replacement in 10% of the coarse aggregate with the recycled concrete and the fourth concrete with the addition of the steel chip in 2% with respect to the weight of the aggregates and 15% replacement of the coarse aggregate with the recycled concrete and then cylinders were made to undergo compression tests at 7, 14 and 28 days and be able to compare them with a conventional one

The mixture with the addition of the steel chip by 2% with respect to the weight of the aggregates has an increase in compressive strength in an ascending and homogeneous way, surpassing the pattern by 14% at 28 days and reaching a resistance of $f_c = 253.21 \text{ kg / cm}^2$ so this mixture is the most suitable for use in the manufacture of concrete.

Mixtures with the addition of the steel chip by 2% with respect to the weight of the aggregates and replacement by 10% of the coarse aggregate with the recycled concrete and that of the addition of the steel chip by 2% with respect to the weight of the aggregates and substitution in 15% of the coarse aggregate with the recycled concrete, according to the results obtained at 7, 14 and 28 days also show that it is feasible to be able to use these two percentages in the manufacture of concrete since they exceeded pattern design values.

I. INTRODUCCIÓN

En el mundo se generan miles de residuos, ya sea a partir de residuos industriales como el acero, o de la demolición de edificios y edificaciones. Por lo tanto, la necesidad de reciclar estos desechos se ha vuelto cada vez más importante debido a que las investigaciones muestran que se pueden reciclar y reutilizar. Un nuevo tipo de concreto con propiedades físicas y mecánicas similares al concreto convencional.

Recientemente, a pesar de la norma técnica peruana NTP 400.050 para el tratamiento de residuos generados por las actividades de construcción, en Perú se han realizado investigaciones relacionadas con este tema, pero aún no existen mayores requisitos para implementar maquinaria para procesamiento de áridos reciclado. Pero con el rápido desarrollo del país, ha llegado el momento de implementarlo y corregirlo.

En esta tesis se presenta una investigación experimental sobre la utilización de las virutas de acero que fueron obtenidos de multiservicios Víctor ubicado en la av. Confraternidad internacional oeste N° 124 Huarupampa Huaraz y a efectos prácticos, al reutilizar el concreto endurecido obtenido a partir de cilindros desechados del laboratorio de la Universidad San Pedro filial Huaraz, no existe diferencia entre cilindros de laboratorio y materiales de construcción. El cilindro se tritura para obtener un agregado grueso y el agregado natural se usa para reemplazar el agregado reciclado en la mezcla de concreto.

Esta investigación estudió la resistencia a la compresión del concreto agregado por virutas de acero y agregado a agregados de concreto reciclado en forma de adición gruesa, y probó si la adición y reemplazo de los dos materiales anteriores mejoraron o empeoraron la resistencia del concreto.

Antecedentes

García (2008), en su tesis para optar el título de ingeniero civil titulado “mejoramiento del concreto con la adición de viruta de acero a porcentajes de 12 y 14% respecto al agregado fino de la mezcla”, realizado en la Universidad Bolivariana seccional Bucaramanga, escuela de ingenierías y administración, facultad de ingeniería civil Bucaramanga; El objetivo general es observar el comportamiento del concreto añadiendo viruta para reemplazar parte del agregado fino (12% y 14% respectivamente). La conclusión es que, basándose en los resultados de todas las encuestas, se investigaron porcentajes adicionales del 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 15% y 20% de las muestras después de tres días. 10% es mayor que todas las demás muestras. En comparación con la muestra estándar, la tensión de compresión de la muestra aumentó del 6% al 10% los días 7 y 28, mientras que la tensión de compresión de la muestra disminuyó de 12% a 20%.

Delgado & Delgado (2008), en su tesis titulado “mejoramiento de la resistencia a la flexión del concreto con adición de viruta de acero con porcentajes de 6%, 8%, 10%, 12% y 14% respecto al agregado fino de la mezcla”, realizado en la Universidad Bolivariana seccional Bucaramanga, escuela de ingenierías y administración, facultad de ingeniería civil Bucaramanga; tuvo como objetivo general mejorar la resistencia a la flexión de un concreto de 3000psi, agregando virutas de acero. Concluyó que a medida que aumenta el porcentaje agregado a la astilla, la flexibilidad y resistencia del concreto puede aumentar con cada porcentaje agregado, y con el aumento de la edad del tratamiento, desde el primer tratamiento se pueden encontrar los resultados obtenidos en la edad de la muestra. Al agregar un 10% de virutas, se hizo el mayor esfuerzo en términos de flexibilidad de la muestra estándar. Después de 28 días, alcanzó un promedio de 65,6 MPa y la muestra estándar aumentó en un 34,56%. También verifico que agregar virutas a la mezcla de concreto no la afectará. fluidez y procesabilidad.

Vanegas & Robles (2008), en su tesis para optar el título de ingeniero civil titulada “estudio experimental de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para su uso en edificaciones convencionales” realizada en la universidad de pontificia Javeriana Colombia ,tuvo como objetivo general , usando concreto reciclado como agregado original, se determinaron ciertas propiedades físicas y mecánicas de las tres mezclas de concreto y se compararon con concreto de 21 MPa de la misma dosificación y agregado convencional. Concluyo que, la trabajabilidad está influenciada por el tipo de agregado y sus propiedades (humedad, absorbencia). A medida que aumenta el contenido de áridos reciclados, la trabajabilidad de la mezcla disminuye, por lo que se recomienda utilizar plastificantes cuando se utilice concreto de alto contenido reciclado. En cuanto al ensayo de compresión, se determinó que la resistencia de la mezcla con áridos reciclados se redujo ligeramente en comparación con la testigo. En cuanto a la prueba de flexión, determino que la mezcla con mayor porcentaje de agregado reciclado tiene mayor resistencia en comparación con la testigo, mientras que la mezcla con 50% tiene una resistencia similar a la testigo. Con respecto a la prueba de retracción, determino que la muestra no tratada tenía retracción, mientras que las curadas mostraron expansión. Con base en las conclusiones anteriores y los resultados obtenidos, determinó que el uso de concreto reciclado como agregado nuevo es factible y no ocasionará daños significativos a los activos analizados pasados 7 días observó que la columna y viguetas alcanzaron el 63% y 66% de la resistencia máxima para la condición curada. En el caso de la no curada, el porcentaje máximo de compresión es del 55% al 67% y la flexibilidad es del 65% al 83%.

Arriaga (2013), en su tesis para optar el título de maestría en ingeniería civil titulada “utilización de agregado grueso de concreto reciclado en elementos estructurales de concreto reforzado” realizada en la universidad de pontificia Julio Garavito Colombia, Su propósito general es estudiar el

comportamiento estructural de componentes del concreto reforzado con materias primas de concreto reciclado y compararlos con el concreto de control o convencional. En general, se concluye que, en términos de resistencia mecánica y diferencia entre el concreto convencional y el concreto que contiene agregados de concreto reciclado, se puede lograr un rendimiento satisfactorio reemplazando el 20% de áridos en bruto con áridos de concreto reciclados. Su uso en varios elementos estructurales no afectará negativamente a la seguridad.

Guevara (2008), en su tesis para optar el título de ingeniero civil titulado “análisis comparativo del comportamiento del concreto simple con el concreto reforzado con fibras de acero wirand” realizado en la universidad de Ricardo Palma lima Perú, El objetivo general es darse cuenta de los efectos beneficiosos o negativos de agregar fibra de acero Wirand al concreto. Concluyó que la inclusión de alambre y fibras de acero en el concreto reducirá su trabajabilidad y aumentará su textura, lo que significa que se reducirá la contracción. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión del concreto estándar a los 7, 14 y 28 días fue mayor que la del concreto con una dosis de 20 kg / m³, pero menor que la del concreto con una dosis de 20 kg / m³. 25 y 35 kg / m³. El concreto reforzado con fibra con una dosis de 20 kg / m³ tiene una resistencia a la compresión de mayor diámetro que el concreto reforzado a los 28 días. Posteriormente, a medida que se incrementó la dosificación de hilo y fibra a 25 y 35 kg / m³, la resistencia a la tracción por compresión del diámetro también aumentó en este orden. El módulo del hormigón armado con alambre y fibra con una dosis de 20 kg / m³ es menor que el del concreto patrón a los 28 días, pero cuando la dosis de alambre y fibra se aumenta a 25 kg / m³, el módulo es más elástico que el del concreto patrón. El módulo de elasticidad siguió aumentando con el aumento de la dosificación de la fibra Wirand hasta 35 kg / m³. La resistencia a la flexión del concreto reforzado con fibra con una dosis de 20 kg / m³ fue superior a la del concreto patrón a los 28 días. Por

tanto, a medida que la dosis de fibra y fibra aumentaba a 25 y 35 kg / m³, la flexibilidad también aumentaba en ese orden.

Jordán & Viera (2014), en su tesis para optar el título de ingeniero civil titulado "estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra" realizado en la universidad nacional del santa Chimbote Perú, Su objetivo general es comprender el proceso de modificación del comportamiento de las estructuras de concreto compuestas por distintos porcentajes de áridos gruesos reciclados y determinar sus fuerzas de compresión. Concluyo que, según los resultados obtenidos, la mezcla representa el 25% del gas natural del concreto reciclado, lo que indica que si se incrementa y tiene una resistencia a la compresión uniforme, los costos operativos de producción son los mismos. En comparación con el uso de 50% de gas natural del concreto reciclado, esta proporción es más alta porque utiliza muchas bolas de grava natural en esta proporción. También concluyó que, con base en los resultados obtenidos, la proporción de agregado de concreto reciclado más apropiada es 50% de agregado de concreto reciclado y 50% de aditivos naturales, lo que aumenta la resistencia al ascenso y la compresión uniforme. Según los resultados obtenidos, la mezcla presenta agregados de concreto 100% reciclado, lo que indica que existen irregularidades en la resistencia a la compresión, que no son uniformes ni uniformes, y estas presentan alta inestabilidad. Recomienda usarlo solo para edificios comunes. Las pruebas realizadas (aceras, cimientos, suelos, etc.) han demostrado que el uso de agregados procedente del concreto reciclado en el proceso de preparación del concreto consume mucha agua. Debido a los poros, este agregado tiene una mayor capacidad de absorción y el mortero adherido arroja sus partículas. También se concluye que las propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado, como densidad, tasa de absorción y peso unitario, dependen de la fuente de concreto reciclado.

Fundamentacion Cientifica

Virutas de acero

La viruta son fragmentos de material residual en forma de hojas curvas o permeables al aire, que se pueden eliminar con un cepillo u otras herramientas (como taladros) durante el cepillado, el desbaste o la perforación en madera o metal. Generalmente se considera un residuo en la industria de la madera o del metal; pero tiene varias aplicaciones (Gutiérrez, 2010)



Figura 1. Viruta de acero

Tipos de virutas

El tipo de viruta depende principalmente de:

- Las características del material procesado.
- Geometría de la herramienta de corte.
- Estado de la máquina (profundidad de corte, velocidad de avance y velocidad de corte).

a) virutas discontinuas

El corte que representa los materiales más frágiles (como trincheras y latón fundido) es un desperdicio. En este caso, la fuerza generada antes de la herramienta de corte provoca una rotura, por lo que el material de fundición es muy pequeño, generalmente generado en estos materiales Material con un acabado superficial rugoso muy aceptable.

Las virutas discontinuas también pueden estar hechas de materiales dúctiles bajo ciertas condiciones, lo que da como resultado superficies rugosas. Aumentar el ángulo de ataque o la velocidad de corte generalmente puede eliminar la generación discontinua de viruta (Delgado & Delgado; 2008).

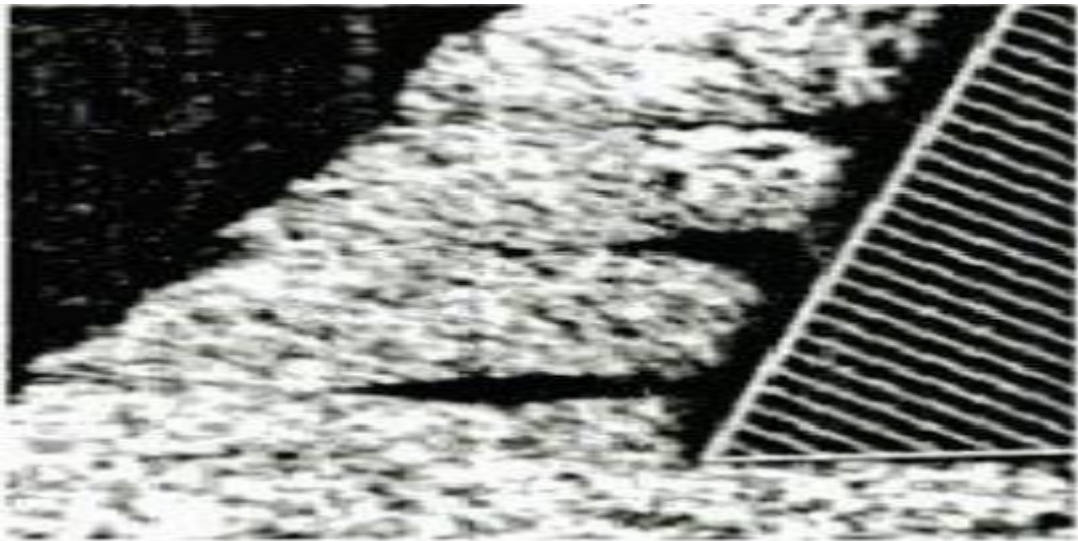


Figura 2. Viruta de acero discontinua

b) virutas continuas

Este tipo de viruta representa el corte de la mayoría de materiales dúctiles, por lo que no se romperá durante el corte, gracias a una velocidad de corte relativamente alta, un gran ángulo de ataque (entre 10° y 30°), y poca fricción entre la viruta y la herramienta Exterior. (Delgado & Delgado;

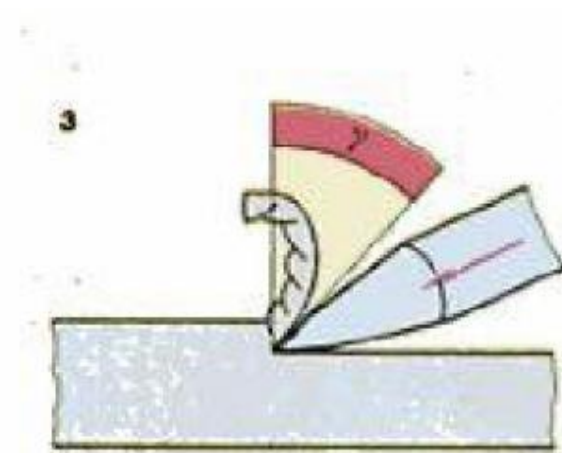
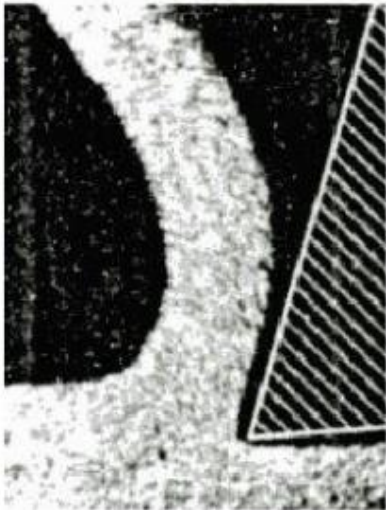


Figura 3. Viruta de acero continua

2008).

c) virutas continuas con protuberancias

Este tipo de viruta permite el corte lento de materiales dúctiles con alta fricción en la superficie de la herramienta. Esta alta fricción hará que una fina capa de virutas se corte desde la superficie inferior y se pegue a la superficie de la herramienta. Las virutas son similares a las virutas continuas, pero se producen mediante una herramienta con una cabeza de metal soldada a su superficie. Las partes periódicas de las protuberancias se separan y se depositan en la superficie del material, lo que da como resultado una superficie rugosa, y las protuberancias restantes permanecen como protuberancias en la parte posterior de la viruta. (Delgado & Delgado; 2008).

Características físicas

Tabla 1. Características físicas de la viruta de acero

Propiedades	Valores
Esfuerzo (N/mm ²)	400
Elasticidad E, Modulo de Young (Mpa)	210
Densidad (g/cm ³)	7,8
Punto de fusión (°C)	1500
Rango de temperatura de trabajo (°C)	50 a 500
Conductibilidad eléctrica (m/Ohm mm) ²	7
Conductibilidad térmica (W/m°C)	76
Coefficiente de expansión lineal x 10 ⁻⁶ /°C	12
No-magnético	No
Toxico	No
Resistente a la corrosión	Si
Mecanizado	Fácil
Maleable	Si
Costo	Caro

Fuente: Wikipedia/imágenes.

Composición química

La mayoría de los aceros están compuestos por hierro y carbono, al igual que para otros elementos, el porcentaje no debe exceder lo siguiente: manganeso: 1.20%; silicio: 1,0%; níquel: 0,5%; cromo: 0,25% molibdeno: 0,1%, vanadio: 0,05%, tungsteno: 0,3% cobalto: 0,3% titanio: 0,3%.

Tabla 2. Composición química del acero (viruta de acero)

Elementos que posee el acero
Hierro (Fe), Carbono (C), Aluminio (Al), Manganeso (Mn), Níquel (Ni), Nitrógeno (N), Vanadio (V), Tungsteno (W) o Volframio, Titanio (Ti), Plomo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Fosforo (P), Molibdeno (Mo) y Azufre (S).

Fuente: Delgado & Delgado (2008)

Características y beneficios

- Cumple con las normas ASTM A820, Tipo II, para fibras cortadas y laminadas en frío.
- Aumenta la resistencia a la flexión, uniformidad y dureza del hormigón, aumentando así la capacidad de carga.
- □Alcanzar una alta resiliencia (capacidad de absorción de energía durante el impacto) y resistir eficazmente las cargas dinámicas.
- Puedes ahorrar materiales, porque se puede reducir el tamaño de los elementos de proyección de hormigón, manteniendo las mismas características.
- En piso industrial, en ambiente cerrado, al no ser necesario realizar juntas y no verse afectado por las condiciones climáticas, se reduce el período de construcción.
- Compatible con diversas mezclas de cemento y hormigón.
- Compatible con todos los compuestos de curado, superplasticidad, agentes reductores medios o altos, endurecedores y selladores.
- Por las propiedades isotrópicas y la distribución uniforme de las fibras por toda la estructura, es ideal para cargas para las que no existe un punto de aplicación definido.

Ventajas

- Pisos comerciales e industriales, sobre terreno.
- Concreto Lanzado (shotcrete) para revestimiento de túneles y estabilidad de taludes
- Pavimentos continuos sin juntas
- Elementos pre moldeados
- Cimentación de maquinas
- Pistas de carreteo y aterrizaje

Uso Mezclado

La fibra de acero se puede agregar antes, durante o después de mezclar el concreto. Las telas de fibra de acero y concreto sólido cumplen con ASTM C94, que es para la consistencia de la mezcla en concreto premezclado. (Gutiérrez, 2010)

Colocaciones

Gutiérrez (2010) afirma que “La fibra de acero se puede bobearse, lanzarse o vaciarse utilizando equipo convencional. Se pueden utilizar reglas manuales y el vibrador se pueden utilizar para nivelar el concreto”.

Acabado

Gutiérrez (2010) afirma que “La fibra de acero se puede utilizar para el acabado de hormigón con tecnología y equipos de acabado convencionales. En algunos casos, se recomienda extender el proceso de flotación para asegurar que no queden fibras en la superficie.”.

Concreto Reciclado

La Norma Técnica Peruana NTP 400.053 define que “El concreto reciclado es el concreto en el que parte o todo el agregado se deriva de partículas de hormigón, grava y arena reciclada”.



Figura 4. Concreto reciclado

Agregado de Concreto Reciclado

La Norma Técnica Peruana NTP 400.053 lo llama Granulado de concreto y lo define “como Materiales auxiliares de construcción para el tratamiento del hormigón y demolición de mortero hasta que su granulometría sea similar a la del árido”.

Propiedades del agregado de concreto reciclado

a). granulometría

La granulosidad del agregado de hormigón reciclado varía según el posible proceso de trituración y se puede seleccionar haciendo pequeños ajustes en los orificios en la apertura de la trituradora. El porcentaje de agregado grueso puede representar del 70% al 90% del producto total. El porcentaje también depende del tamaño máximo del agregado original del hormigón reciclado producido y de la composición del hormigón original.

En general, el tamaño de partícula de los áridos de hormigón reciclado está dentro del rango establecido por varias recomendaciones para áridos naturales y áridos de hormigón reciclado.(Arriaga;2013)

b). forma y textura superficial

Debido al proceso de trituración, la presencia del mortero adherido al agregado de concreto original hace que la textura del agregado de concreto reciclado sea más rugosa y más porosa que la textura del agregado natural. Sin embargo, el factor de forma del agregado de concreto reciclado es similar al del agregado natural. (Arriaga; 2013)

C. densidad

La densidad de los áridos del hormigón reciclado es menor que la de los áridos naturales porque la pasta de cemento se adhiere a los granos. La densidad de los áridos de hormigón reciclado varía en general entre 2100 y 2400 kg / m³, mientras que la densidad saturada de la superficie seca varía entre 2300 y 2500 kg / m³, por lo que estos agregados de densidad normal se pueden considerar en cualquier caso. Material (no añadido por luz) densidad). Según ASTM C330, por debajo de 1120 kg / m³ cuando está suelto y seco (Arriaga; 2013)

d). Absorción de agua

La absorción es una de las propiedades físicas de los áridos del concreto reciclado, que presentan una mayor diferencia en relación a los áridos naturales, lo que se atribuye a la alta absorción del lodo que queda adherido a ellos. Los principales aspectos que afectan la densidad y la tasa de absorción del hormigón reciclado son: tamaño de partícula, calidad del hormigón original y tecnología de acabado. (Arriaga; 2013)

e).Abrasión los ángeles

Para los agregados reciclados, el valor de abrasion Los Ángeles variará según la resistencia del concreto original, la cantidad de mortero de cemento y la calidad original general. El hormigón de alta durabilidad sufre menos desgaste. En los agregados reciclados de "Abrasión Los Ángeles, porcentaje de pérdida" Depende no solo de la cantidad de mortero adherido en los componentes originales, sino también de cómo se rompió el concreto original. Jordán & Viera (2014).

Propiedades químicas

a) Contenido de cloruros

Los áridos del concreto reciclado pueden tener un contenido considerable de cloruros, dependiendo de la fuente del concreto utilizado como materia prima, especialmente en concretos expuestos a la fusión de estructuras, puentes o aceras. Asimismo, el concreto con aditivos aceleradores también puede contener una gran cantidad de cloruro. Jordán & Viera (2014)

b).Contenido de sulfatos

El agregado de concreto reciclado puede contener un alto contenido de sulfato porque cuando el concreto sale del edificio, el contenido de agregado natural se agregará al sulfato contenido en la pasta adherida y se agregará como yeso. También debe evitarse la presencia de impurezas como el yeso, que pueden provocar el hinchamiento del hormigón. Una de las posibles medidas para reducir el contenido de yeso es eliminar las partículas más finas del agregado de hormigón reciclado, ya que se ha acumulado una gran cantidad de yeso en él. Jordán & Viera (2014)

c) Sulfato de Solidez

La fuerza del sulfato garantiza la resistencia de los aglomerados al ciclo de refrigeración. El porcentaje de pérdida de peso de los agregados regenerados expuestos al sulfato de la solución depende en gran medida de la

composición del agregado de prueba y del tipo de concreto original y método de molienda. (Arriaga; 2013)

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

a). trabajabilidad

Según Rashwan y AbouRizk, un factor que afecta la usabilidad es la textura y la forma del agregado reciclado. Debido a la trituración, estos agregados se vuelven angulares y tienen una relación área / volumen más alta que los agregados esféricos lisos. Como resultado, la fricción interna es mayor, requiriendo más mortero para proporcionar una mejor trabajabilidad.

b.) Peso unitario

La densidad del agregado reciclado es menor, pero el cambio de densidad no es tan notorio como en la absorción. Lógicamente hablando, un agregado de menor densidad resultará en un menor peso unitario de concreto. Torben Hansen señaló que la densidad del concreto que utiliza áridos reciclados se ha reducido en aproximadamente un 5%.Arriaga; 2013)

C. Exudación

Kim et al. Concluyó que a medida que el agua exudada es absorbida por la suspensión de cemento en la superficie del agregado, el porcentaje de agua exudada reemplazada por el aditivo grueso reciclado aumenta y la exudación del concreto disminuye.

Influencia de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado endurecido:

a). resistencia a compresión

(Jorge Muñoz; 1975) afirmó que “Para una determinada relación agua / cemento, utilizando residuos de hormigón como agregado grueso, es posible

obtener un concreto calificado cuya resistencia es aproximadamente el 90% del agregado común.”.

b) Módulo de elasticidad

Según Frondistou Yannis El módulo de elasticidad del concreto depende en gran medida del módulo de su agregado. En comparación con el agregado convencional, el módulo de elasticidad del agregado reciclado es menor. Por este motivo, se ha encontrado que el valor de las propiedades comentadas en el concreto con árido reciclado es del 60% al 100% del resultado del hormigón con árido convencional y composición similar.

c) contracción

Tavakoli insiste en que el hormigón reciclado tiene una mayor tasa de contracción por secado que el hormigón de agregados naturales. La magnitud de este aumento depende de las características del hormigón original, la fuente y características del gas natural reciclado y las características del hormigón reciclado.

d).permeabilidad

El uso de una combinación de agregados finos y agregados gruesos reciclados en mezclas de concreto generalmente da como resultado un aumento en la porosidad, permeabilidad y tasa de difusión de gas del concreto, evitando así una mejora suficiente de la protección contra la corrosión. (Arriaga; 2013)

Importancias del reciclaje del concreto

- ❖ sustitución de recursos vírgenes
- ❖ Reducir los costos e impactos ambientales vinculados al desarrollo de los recursos naturales
- ❖ Ayuda a reducir la huella de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Limitaciones al mercado de concreto reciclado

- ❖ Falta de conocimiento y experiencia de campo.

- ❖ las propiedades físicas del agregado obtenido para el propósito específico
- ❖ Falta de estándares y reglas efectivas para considerar su uso.
- ❖ Impactos medio ambientales asociados.
- ❖ Dificultad para obtener la cantidad suficiente de material a reciclar para alcanzar el equilibrio económico.
- ❖ Dificultad para obtener fuentes de suministros homogéneas

Concreto

El concreto es un material compuesto por una mezcla determinada proporción de cemento, agua, áridos y aditivos opcionales. Originalmente se denota una estructura plástica y moldeable, y luego obtuvo un aislamiento estricto y una consistencia de aislantes y resistentes, lo que lo convierte en un material de construcción ideal. (Pasquel , 1998)

Propiedades principales del concreto

Propiedades principales del concreto en estado fresco

Trabajabilidad y consistencia

a) Trabajabilidad

Abanto (2000) sostiene que “La trabajabilidad es la viabilidad de mezclar concreto fresco durante estas operaciones, asentando la compactación y acabado sin separación e infiltración.”. (p.47)

b) Consistencia

Abanto (2000) sostiene que “La consistencia es el grado de humectación de la mezcla, que depende principalmente de la cantidad de agua utilizada.” (p.47)

Segregación

Es una característica del concreto fresco, incluida su descomposición en sus componentes individuales, o lo mismo, es decir, la separación del árido del mortero. Debido a que es perjudicial para el concreto, se generarán cuevas

de piedra, capas de arena, cangrejeras, etc. en las partes rellenas. Por lo general, los procedimientos de manipulación y colocación incorrectos son la causa de la separación en la mezcla. (Abanto ,2000).

Exudación.

Característica en la que una parte del agua mezclada se separa del material y asciende a la superficie del concreto. Esta es una situación de sedimentación típica, en la que los sólidos se alojan en materia blanda. Los desalojos ocurren inevitablemente en términos concretos, ya que los desalojos son una propiedad inherente a su estructura, por lo que es importante evaluarlos y verificar sus posibles efectos negativos. La prueba estándar para medir el sangrado está definida por ASTM C-232. (Pasquel, 1998)

Contracción

En función de los problemas de imagen que a menudo causa, es uno de los atributos más importantes. Dado que este compuesto reduce el volumen de agua original, la pasta de cemento debe sufrir una contracción, que se denomina contracción intrínseca, que es un proceso irreversible. Sin embargo, existe otro tipo de contracción de la pasta de cemento: la denominada contracción por secado es la causa de la mayoría de los problemas de conformación, ya que se presenta tanto en estado plástico como en estado endurecido. El agua de la mezcla se pierde. (Pasquel, 1998)

Propiedades principales del concreto en estado endurecido.

Elasticidad

Normalmente, esta es la capacidad del concreto para deformarse bajo carga sin una deformación constante. Estrictamente hablando, el concreto no es un material elástico, ya que el concreto no tiene un comportamiento lineal en ninguna parte de su diagrama esquemático y no hay carga ni deformación durante la compresión. Parte inicial o línea de sección del gráfico, que conecta el origen del gráfico con un punto fijo, que suele ser un% de la tensión final. (Pasquel, 1998)

Resistencia

Gracias a las propiedades adhesivas de la pasta de cemento, tiene la capacidad de soportar cargas y tensiones. En comparación con la tracción, tiene mejores propiedades de compresión. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, generalmente expresada en la relación agua / cemento. También se ve afectado por los mismos factores que inciden en las propiedades resistivas de la pasta (como la temperatura y el tiempo), que se añaden a otros elementos adicionales que consisten en el tipo y propiedades inmunes del cemento específico utilizado y la calidad de los aglomerados. Para completar la estructura del concreto. (Pasquel, 1998)

Extensibilidad.

La deformación sin fisuras es la característica del concreto. Se define en función de la deformación uniforme máxima que puede soportar el concreto sin deformarse. Depende de la elasticidad y del llamado flujo plástico, la plasticidad está formada por el cambio de concreto en el tiempo bajo carga constante. Aunque son dos fenómenos nominalmente independientes, el fundente plástico tiene una característica recuperable y también está relacionado con la contracción. (Pasquel, 1998)

Resistencia a la compresión

En la norma ACI-318-95 y en el "Código Nacional de Construcción", f'_c se define como la "resistencia a la compresión especificada para el concreto", que se evalúa localmente como el valor de la tensión obtenida al promediar las pruebas en dos muestras cilíndricas estándar. Según la norma ASTM controlada, se obtuvo en condiciones controladas durante 28 días, se curó y se probó con un diámetro de 6 pulgadas por 12 pulgadas. (Pasquel, 1998)

Diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm² propuesto por ACI

El diseño de hormigón es la elección de las proporciones de los materiales que componen las unidades cúbicas de hormigón, también conocido como diseño de mezclas. Se define como el proceso de seleccionar la composición más adecuada y la combinación más conveniente y económica de sí mismo para obtener un producto que

en estado no endurecido tenga las características del rendimiento requerido, en particular la trabajabilidad y consistencia requeridas, y el producto que cumple con los requisitos determinados por el diseñador o especificados en el diseño y las especificaciones de trabajo en el estado templado. (Abanto, 2000).

La elección de la proporción de mezcla depende de:

- Las propiedades que debe tener el concreto endurecido son las especificadas en los requisitos del diseñador o en las especificaciones del trabajo.
- El comportamiento del concreto en estado no endurecido depende del tipo y características del trabajo y de la técnica de aplicación del concreto
- El costo de la unidad cúbica de concreto.

Si considera estos criterios, puede hacer una primera aproximación a la proporción de materiales que componen la unidad cúbica del concreto. Sin embargo, estas proporciones, independientemente del método que se utilice para determinarlas, siempre deben considerarse como valores de prueba y deben revisarse y ajustarse en función de los resultados obtenidos en el laboratorio y en el lugar.

Curado del Concreto

Hansen, (2005), en su libro “Diseño de estructuras de concreto”, afirma que El curado es un proceso en el que las personas intentan saturar el concreto hasta que el espacio de concreto fresco lleno de agua sea reemplazado por productos de hidratación de cemento. El propósito del tratamiento es controlar el movimiento de temperatura y humedad dentro y fuera del concreto. También tiene como objetivo evitar la retracción de la forja hasta que el concreto alcance la resistencia mínima que pueda soportar los esfuerzos que provoca. La falta de concreto curado reducirá en gran medida su resistencia.

Existen muchos métodos de curado: tratamiento con agua, sellador y vapor. El primero puede ser de cuatro tipos: por inmersión, con aspersores, con mantillo (como el yute) y con tierra, arena o aserrín en concreto recién vertido.

Agregados

Definición

NTP 400.037 define un grupo de partículas inorgánicas de origen natural o artificial como una colección cuyo tamaño se incluye dentro de los límites establecidos en NTP 400.011. El agregado es la fase discontinua del concreto y es el material incrustado en la pasta, que representa aproximadamente el 75% de la unidad cúbica de volumen de concreto.

Granulometría

Neville (1999), en su libro “Tecnología del Concreto”, señala que El análisis del tamaño de partículas es la operación de dividir otras muestras en múltiples partes, cada una de las cuales está formada por partículas del mismo tamaño. De hecho, cada parte contiene elementos dentro de ciertos límites, a saber, la apertura del tamaño de muestra normal.

Los factores básicos que gobiernan el tamaño de partícula requerido del agregado son: el área superficial específica del agregado, que determina la cantidad de agua requerida para mojar todos los sólidos; el volumen relativo ocupado por el agregado; la trabajabilidad de la mezcla y su tendencia a segregarse.

Para Neville (1999) la granulometria es un factor importante que afecta la trabajabilidad de las mezclas de concreto. A su vez, la trabajabilidad afecta la cantidad de agua y cemento, controla la separación, tiene cierto efecto sobre la infiltración y afecta la colocación y acabado del concreto. Estos factores representan propiedades importantes del concreto fresco y también afectan su desempeño cuando se ajustan: resistencia, retracción y durabilidad.

Tamaño máximo: (NTP 400.037)

Correspondiente al menor tamiz por el que pasa todo el agregado tamizado.

Tamaño máximo nominal: (NTP 400.037)

Correspondiente al menor tamiz que produce el primer retenido.

Clases de agregados

Agregado grueso

Según Rivva (2007), En su libro "Tecnología del Concreto". El diseño de la mezcla es de agregado grueso, el cual es retenido en el tamiz No. 4 y proviene de la desintegración de la roca, cumple con la norma NTP 400.037, pudiendo dividirse en piedra chancada y grava.

El material almacenado en el tamiz No. 4 se denomina agregado grueso y cumple con los límites establecidos en NTP 400.037. Puede consistir en gravas naturales o trituradas, piedra partida o agregados metálicos naturales o artificiales. Debe estar compuesto por partículas limpias, estables, libres de escamas, suciedad, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sal u otras sustancias nocivas, preferiblemente córneas o hexagonales, duras, densas, resistentes a la corrosión y de textura rugosa. (Neville, 1999).



Figura 5. Agregado grueso

La resistencia a la compresión del agregado no debe ser inferior a 600 kg / cm². Se formará dentro de los límites especificados en el estándar NTP 400.037. La granulometría seleccionada no debe exceder el 5% de la cantidad total retenida en el tamiz de 1½", y no debe exceder el 6% del aditivo que pasa por el tamiz de ¼".

El tamaño máximo del agregado a tomar será:

- ✓ 1/5 de la dimensión más pequeña entre superficies de equipaje o
- ✓ 1/3 de la altura de las losas ó
- ✓ La diferencia más pequeña entre las barras de refuerzo individuales es ¾.

Si es necesario limpiar los materiales, se deben limpiar con agua sin materiales orgánicos, sales o sólidos en suspensión.

a) Grava

Abanto (2000) establece que la grava comúnmente llamado canto rodado “Es un grupo de pequeños fragmentos rocosos, habitualmente encontrados en canteras sedimentarias naturales y riberas de ríos debido a la acción del hielo y otros materiales atmosféricos. Son producidos por la desintegración natural de rocas. “

b) Piedra partida o chancada

Este es el nombre del agregado grueso que se obtiene triturando manualmente roca o grava. Como agregado grueso, se puede utilizar cualquier tipo de piedra agrietada siempre que esté limpia, sea dura y duradera. Su función principal es aportar volumen y aportar su propia resistencia. Las pruebas han demostrado que la piedra triturada o triturada hace que el hormigón sea más fuerte que el hormigón hecho de adoquines. (Abanto, 2000)

c) Granulometría

La cantidad de agregado grueso añadido debe clasificarse dentro del rango especificado en ITINTEC 400.047 o ASTM C 33

d) Tamaño máximo

Abanto, (2000) define que “El tamaño máximo del agregado de concreto armado original se determina de acuerdo con sus necesidades de fácil acceso a los encofrados y a las barras de la armadura.”

Agregado fino

Se define como pasar a través de un tamiz de 3/8 de pulgada y retenido en el tamiz # 200. El más común es el producto de arena de desintegración de rocas, que cumple con la norma NTP-400.037. El tamaño de partícula del agregado fino utilizado en un trabajo determinado debe ser razonablemente uniforme. La variación de más o menos 0,2 en el módulo de finura puede deberse al rechazo. El agregado fino debe contener una cantidad suficiente de material que pase por el No. 50. Si se desea obtener una procesabilidad adecuada en la mezcla. (Neville, 1999).



Figura 6. Agregado fino

Rivva (2007) Se especifica que el agregado fino debe tener un módulo fino de entre 2,3 y 3,1. Si se tiene el cuidado adecuado al elegir la proporción de mezcla, esto no excluye la posibilidad de usar agregados con módulos retardadores de fuego más altos o más bajos. Debe estar compuesto

por partículas de contorno angular limpias, duras y compactas, libres de materia orgánica u otras sustancias nocivas.

a) Granulometría

La determinación del tamaño de partícula del agregado fino se realiza a través de una serie de orificios de tamiz estándar para distribuir ampliamente la arena. Los orificios de tamiz estándar del agregado fino son No. 4, 8, 16, 30, 50 y 100. La estructura del edificio nacional establece que la arena cumple con las normas ASTM. (Abanto, 2000)

Tabla 3. Límites granulométricos para el agregado fino

Tamiz estándar	Porcentaje que pasa
3/8" (9.51 mm)	100
Nº 4 (4.75 mm)	95 a 100
Nº 8 (2.38 mm)	80 a 100
Nº 16 (1.19 mm)	50 a 85
Nº 30 (0.595 mm)	25 a 60
Nº 50 (0.297 mm)	5 a 30
Nº 100 (0.148 mm)	0 a 10

Fuente: Norma técnica Peruana NTP 400.037

Hormigón

Abanto (2000) define que “El hormigón es una mezcla natural de grava y arena y se utiliza para preparar hormigón de baja calidad, como el hormigón utilizado para el tratamiento de cimientos en pisos de cimientos falsos, cubriendo algunas paredes, etc.”

Características físicas de los agregados

a) Peso específico

Pasquel (1998) Cabe señalar que el peso específico es el cociente de dividir el peso de las partículas por el volumen sin considerar el espacio entre las partículas. La norma ASTM C-127 establece un procedimiento estandarizado para la determinación de laboratorio, distinguiendo tres

expresiones en función de las condiciones de saturación. El valor del agregado ordinario está entre 2.500 y 2.750 kg / m³. (p.74)

b) Peso unitario.

Es el cociente del peso del artículo dividido por el volumen total, incluidos los huecos. Incluyendo los espacios entre los elementos, esto afecta la forma en que están ordenados, lo que de alguna manera lo convierte en un parámetro. La norma ASTM define un método estándar para evaluarlo, siempre que los gránulos se compriman y se coloquen en un molde de metal, y luego se dividan en 3 capas con una varilla de 5/8 "para contener los gránulos a una velocidad de desaceleración de 25 veces. Los valores obtenidos se utilizan en algunos métodos de diseño de mezclas para estimar la relación y realizar la conversión de peso de dosis a volumen de dosis. (Pasquel, 1998)

c) Porcentaje de Vacíos.

Pasquel (1998) Señale que el porcentaje de vacíos es una medida de volumen, expresada como un porcentaje de vacíos entre elementos agregados. También depende de la disposición de las partículas, por lo que su valor es relativo al peso unitario. ASTM C-29 usa valores de gravedad específica y peso unitario estándar para indicar la fórmula de cálculo:

$$\% \text{ de vacíos} = 100[(S \times W) - M / S \times W]$$

Donde:

S= peso específico de masa

W= densidad del agua

M= peso unitario compactado seco

d) Absorción

Es la capacidad del agregado de llenar los huecos de las partículas con agua. Este fenómeno es causado por la acción capilar, y dado que el aire aún está atrapado, los poros indicados no están completamente llenos. La norma

ASTM C-127 establece un método de medición expresado por la siguiente fórmula. (Pasquel, 1998)

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{peso S.S.S} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}}$$

e) Porosidad.

Es el volumen de espacio dentro de las partículas agregadas. Tiene una gran influencia en todas las demás propiedades del agregado porque representa la estructura interna de la partícula. No existe un método estándar para evaluarlo en ASTM, pero existen varias formas de determinación que suelen ser complejas y su eficacia es relativa. Un método indirecto para evaluar la tasa de absorción es determinar la tasa de absorción, que da una porosidad de un orden de magnitud, generalmente un 10% menos que la porosidad real, porque todos los poros de la partícula nunca están completamente saturados. (Pasquel, 1998)

f) Humedad

Es la cantidad de agua superficial retenida por las partículas agregadas en un momento dado. Esta es una característica importante porque ayuda a aumentar el agua mezclada en el hormigón, por lo que es necesario considerarla junto con la absorción para hacer las correcciones adecuadas en función de la proporción de la mezcla para realizar los supuestos hipotéticos. El contenido de humedad se expresa de la siguiente manera en base a ASTM C-566. (Pasquel, 1998)

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{peso original de la muestra} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100$$

Análisis Granulométrico

El método de medición del tamaño de partículas utiliza un método indirecto en el que se tamizan a través de una serie de tamices de tamaño de poro conocido y el material retenido se pesa como un porcentaje del peso

total. Esto se denomina análisis de tamaño de partículas o análisis de tamaño de partículas, que es una representación numérica de la distribución de volumen de partículas por tamaño. Los valores encontrados están graficados en un sistema de coordenadas semilogarítmico, lo que nos permite estimar la distribución acumulada. (Pasquel, 1998)

Tabla 4. Tamices estándar para granulometría

Dominación del tamiz	Abertura en pulgadas	Abertura en milímetros
3"	3.0000	75.0000
1 1/2"	1.5000	37.5000
3/4"	0.7500	19.0000
3/8"	0.3750	9.5000
N° 4	0.1870	4.7500
N°8	0.0937	2.3600
N°16	0.0469	1.1800
N°30	0.0234	0.5900
N°50	0.0117	0.2950
N°100	0.0059	0.1475
N°200	0.0029	0.0737

Fuente: pasquel (1998) tópicos de la tecnología del concreto en el Perú

El módulo de fineza.

Pasquel (1998) define el módulo de fineza "Al agregar los porcentajes de retención acumulados de la serie estándar al tamiz No. 100, divide este número por 100.

Cemento

Según Rivera en su libro "tecnología concreto y mortero" El cemento es un material en polvo que contiene sílice, alúmina y óxido de hierro además de óxido de calcio. Al agregar una cantidad adecuada de agua, se forma una pasta de cemento que se puede endurecer tanto en agua como en aire.

Cemento portland

Según Rivera en su libro “tecnología concreto y mortero” define que El cemento Portland es un producto que se elabora vertiendo clínker Portland y agregando una o más formas de sulfato de calcio. Se permite la adición de otros productos, siempre que su adición no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los demás productos deben tener fugas con el embrague.

Tipos de cemento portland

- a) cemento portland tipo 1:** Suele utilizarse en proyectos concretos que no requieren prestaciones especiales.
- b) cemento portland tipo 1-m**Usualmente se usa para proyectos de concreto que no requieren un desempeño especial pero tienen mejor resistencia que el Tipo 1.
- c) cemento portland tipo 2:** Generalmente se usa en proyectos de concreto expuestos a acción moderada de sulfatos y proyectos que requieren calor moderado de hidratación.
- d) cemento portland tipo 3:** Es una especie de alta resistencia inicial.
- e) cemento portland tipo 4:** Se desarrolla bajo el calor de la hidratación.
- f) cemento portland tipo 5:** Es una sustancia con alta resistencia a los efectos del sulfato.
- g) cemento portland con incorporadores de aire:** Estos son materiales a los que se añaden materiales de retención de aire durante el proceso de desbordamiento, para identificarlos poner "A"

Agua para la mezcla

Según Rivera en su libro “tecnología concreto y mortero” Se define que el agua de mezcla realiza dos funciones muy importantes, hidratando el cemento y facilitando el manejo de la mezcla. De toda el agua utilizada en la preparación del mortero u hormigón, una parte hidrata el cemento, mientras que el resto permanece inalterado y se evapora con el tiempo. Dado que ocupa espacio en la mezcla cuando se evapora, dejará huecos, reduciendo así la resistencia y durabilidad del mortero u hormigón. La cantidad de agua necesaria para la hidratación del cemento es de aproximadamente el 25%.

Al 30% de la mezcla de cemento, pero no se puede controlar la cantidad de la mezcla, entonces la mezcla comenzará a trabajar y la cantidad de agua necesaria es al menos aproximadamente el 40% de la masa de cemento. De acuerdo con lo anterior, como regla general, se debe verter menos agua en la mezcla, pero tenga en cuenta que aún se puede usar mortero u hormigón.

En general, si la composición química del agua indica que es apta para el consumo humano, se considera apta para la producción de mortero u hormigón, independientemente de si ha sido pretratada o no. En otras palabras, se puede usar agua potable natural sin casi ningún sabor u olor obvio para mezclar mortero u hormigón. Sin embargo, el agua utilizada para preparar estas mezclas puede no ser apta para beber.

Aditivos

Abanto (2000) afirma que “El aditivo es una sustancia añadida a los componentes básicos del hormigón, cuyo objetivo es cambiar algunas de sus propiedades y mejorar su finalidad prevista.”.

Los aditivos utilizados en la mezcla de concreto deben cumplir con los requisitos de NTP 334.089.

Justificación e importancia de la investigación

Esta investigación es técnicamente razonable, porque el uso del hormigón reciclado y placas de acero como agregados ayudará a utilizar nuevos recursos para la construcción, debido a la falta de nuevas tecnologías y conocimientos sobre las técnicas tecnológicas del hormigón con estos dos materiales añadidos, para que pueda ayudar a las empresas constructoras, organismos y departamentos relacionados con la producción de hormigón, como aporte al uso de planchas de acero y como hormigón reciclado añadido en la producción de hormigón, reduciendo así los costes porque este hormigón es más económico que el hormigón tradicional. Por tanto, los resultados obtenidos mediante la prueba de compresión pueden mejorar algunas de las propiedades mecánicas y físicas del hormigón.

Esta investigación es socialmente razonable porque mejorará la resistencia y durabilidad de los edificios que pueden usarse con este material. Además, debido al uso de este material, debido a la gran cantidad de residuos que se generan actualmente, es nocivo para el medio ambiente. El grado de contaminación se minimizará en nuestro entorno. Productos de las demoliciones de estructuras de hormigón así mismos las virutas de acero son residuos o desechos de las industrias metálicas los cuales también generan contaminación al medio ambiente por lo cual la utilización de virutas de acero y como agregado el concreto reciclado permitiría de alguna manera disminuir el volumen de residuos sólidos, adicionalmente disminuiría la demanda del material por tal motivo es evidente el beneficio en la conservación del medio ambiente.

Dado que contamos con los materiales y equipos necesarios para realizar pruebas y experimentos, esta investigación es factible porque estas pruebas se realizarán en el Laboratorio de Tecnología Mecánica de Suelos y Concreto de la Universidad de San Pedro.

Problema

En la actualidad la contaminación del medio ambiente en el mundo está teniendo consecuencia catastrófica y por lo cual está afectando a la población pero sin embargo todavía no existe la suficiente conciencia de la población en el sentido de que vigilar hoy el ambiente es prevenir el cuidado del futuro.

La industria de la construcción tiene un impacto nocivo e incluso irreversible sobre el medio ambiente. Además, debido a la enorme densidad de población y al enorme desarrollo económico en este campo en los últimos años, los principales recursos naturales que se extraen cada día son escasos. Por eso es necesario e importante realizar algunos cambios en el edificio para mantener y mejorar nuestro medio ambiente, como reciclar chatarra de acero, desechos de construcción y desechos de demolición, para luego reutilizarlo en la industria de la construcción. Fabricación de hormigón nuevo

En la actualidad en nuestra región el problema de los residuos generados por la demolición de estructuras de concreto y de las industrias metálicas que generan virutas de acero están generando la contaminación del medio ambiente en gran escala, ya que estos residuos son arrojados en ríos, quebradas y en botaderos no autorizados y si no hacemos nada para dar una solución abra consecuencias perjudiciales al futuro, por lo cual se tiene que empezar a emplear a la reutilización de estos dos materiales en la fabricación de concreto .

Por lo cual con el presente investigación de las virutas de acero y concreto reciclado se busca disminuir de alguna manera la contaminación del medio ambiente utilizándolas en la fabricación de concreto para construcciones que son sometidos a compresión y otras fuerzas con un concreto diseñado a resistencia de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ comparando analíticamente las diferentes variaciones de las propiedades físicas y mecánicas del concreto y determinar si con la adición y sustitución de estas dos materiales mejora la resistencia a la compresión.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál será el análisis comparativo a la resistencia a la compresión de un concreto de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado reciclado y viruta de acero, con respecto a un concreto convencional?

Hipótesis

Si se adiciona la viruta de acero en un 2% respecto al peso de los agregados y se sustituye el agregado grueso por el agregado de concreto reciclado en 10% y 15% entonces se lograra mejorar la resistencia del concreto de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Objetivos

Objetivo general

Determinar la resistencia del concreto de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con agregado reciclado y viruta de acero a los 7,14 y 28 días.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar la alcalinidad PH de la viruta y sus combinaciones
- ✓ Determinar la relación a/c de la muestra patrón y la experimental
- ✓ Determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7,14 y 28 días y comparar los resultados obtenidos.

II. METODOLOGÍA

Esta investigación es un método aplicado, explicativo y cuantitativo.

Diseño de investigación: Este es un estudio de diseño experimental en curso, ya que los datos se obtendrán en diferentes momentos de la resistencia a la compresión de los tubos de ensayo agregados a la caja de acero y reemplazados con petróleo crudo agregado como agregados de hormigón reciclado. El esquema se muestra a continuación.

Tabla 5. Diseño en bloque completo al azar

Resistencia del concreto $f_c=210$ kg/cm ² con agregado reciclado y adicionado en 2% de viruta de acero				
días curado	patrón	Con 2% de viruta de acero	Con 2% de viruta de acero y 10% de agregado reciclado	Con 2% de viruta de acero y 15% de agregado reciclado
7	P1	P1	P1	P1
	P2	P2	P2	P2
	P3	P3	P3	P3
14	P1	P1	P1	P1
	P2	P2	P2	P2
	P3	P3	P3	P3
28	P1	P1	P1	P1
	P2	P2	P2	P2
	P3	P3	P3	P3

Fuente: elaboración propio

Población y muestra.

Población.

La población es el conjunto de probetas que está conformado por la totalidad de 36 probetas elaboradas con agregado reciclado, viruta de acero, agregado fino, grueso, cemento tipo I y agua.

Muestra

Se realizaron 36 probetas de $f_c=210\text{kg/cm}^2$

- ✓ 9 probetas de concreto patrón que fueron curados con agua potable y obtenida los resultados de sus resistencias alcanzadas a los 7, 14 y 28 días.

- ✓ 9 probetas de concreto adicionando en un 2% de viruta de acero respecto al peso de los agregados que fueron curados con agua potable y obtenida los resultados a los 7, 14 y 28 días.

- ✓ 9 probetas de concreto adicionando en un 2% de viruta de acero respecto al peso de los agregados y sustituido en un 10% el agregado grueso por el concreto reciclado que fueron curados con agua potable y obtenida los resultados a los 7, 14 y 28 días.

- ✓ 9 probetas de concreto adicionando en un 2% de viruta de acero respecto al peso de los agregados y sustituido en un 10% el agregado grueso por el concreto reciclado que fueron curados con agua potable y obtenida los resultados a los 7, 14 y 28 días.

Procedimiento para la recolección de datos

a) Proceso de obtención de los agregados grueso y fino

- ❖ Agregado Fino se obtuvo de la cantera Tacllan ubicado en Huaraz ya que cumple con los parámetros establecidos en la NTP 400.013.
- ❖ Agregado Grueso se obtuvo de la cantera Tacllan ubicado en Huaraz con un TM 1" y TMN ¾" ya que cumple con los parámetros establecidos en la NTP 400.017

b) Proceso para la obtención de la viruta de acero

La viruta de acero se obtuvo de multiservicios Víctor ubicado en la av. Confraternidad Internacional Oeste N°124 Huarupampa Huaraz antes de su uso se tuvo que tamizar por los mallas ¾", 1/2" y 3/8" hasta N° 30 para poder distribuirlos de una manera más uniforme en la hora de adicionar en la mezcla de concreto ya que las virutas se puede encontrar en distintos medidas y tamaños.

Estas virutas que se obtuvieron cumplen con las normas ASTM A820 tipo II para fibras cortadas y laminadas en frío

c) proceso para la obtención del agregado reciclado

El agregado reciclado recuperado se obtiene de cilindros desechados en el laboratorio de la Universidad de San Pedro filial Huaraz, porque, en realidad, no existe diferencia entre cilindros de laboratorio y materiales de construcción. El cilindro se tritura en un filtro Ortiz para obtener el agregado original y el agregado natural se utiliza para reemplazar el agregado reciclado en la mezcla de concreto. ya que este agregado reciclado cumple con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana NTP 400.053

d) Agua

El agua utilizada en nuestro proyecto de mezcla es agua potable, según lo establecido en la norma técnica peruana NTP 339.088 "Agua para proyectos híbridos".

e) Cemento

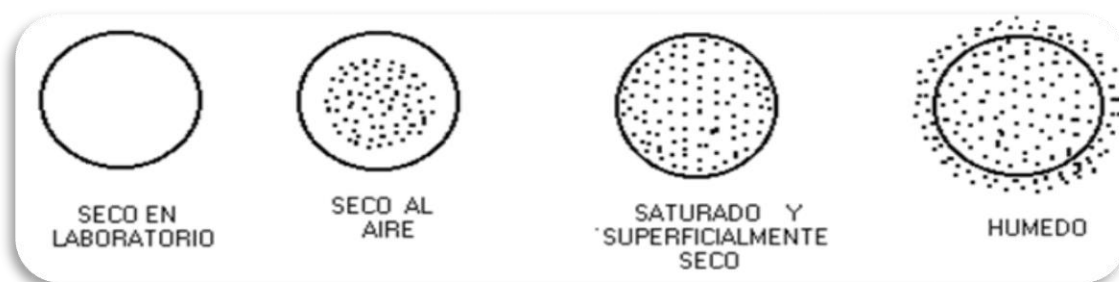
El cemento utilizado en este artículo es cemento tipo I Portland, el cual es el cemento más comercial de nuestra ciudad, Huaraz.

Ensayos de los agregados

- Luego de obtener los materiales necesarios para llevar a cabo el proyecto de investigación, realizamos pruebas en el laboratorio de la Universidad de San Pedro, realizamos estas pruebas para determinar las propiedades físicas y mecánicas de sus agregados:
- Contenido de humedad
- Análisis de tamaño de partículas
- Gravedad específica y absorción de áridos
- Peso unitario

Contenido de humedad

La norma NTP 400.010 establece un método de prueba para determinar el contenido de humedad de agregado fino y agregado grueso. El agregado está representado por el siguiente estado



a) equipo y materiales:

- ✓ La sensibilidad de la balanza es de 0,1 gy la capacidad no es inferior a 1 kg.
- ✓ n recipiente apto para colocar muestras.
- ✓ Horno, capaz de mantener una temperatura de 105°C a 110°C
- ✓ Un recipiente que se puede utilizar para introducir muestras en el horno

b) procedimiento:

- Coloque la muestra húmeda en un tanque adecuado para realizar la prueba y determinar el peso (peso del recipiente + muestra húmeda)
- Colocar el recipiente con la muestra húmeda en el horno y secarlo a 110 ° C ± 5 ° C durante 24 horas.
- Pesar el recipiente con muestra seca (peso del recipiente + muestra seca) y determinar la cantidad de agua evaporada.

c) Datos y resultados obtenidos para cada muestra agregado fino, agregado grueso y agregado reciclado.

Tabla 6. Contenido de humedad agregado fino

recipiente N°	17.00	30.00
Peso de recip. + suelo húmedo	1,033.00	1,021.50
Peso de recip. + suelo seco	990.30	981.80
peso de recipiente (gr)	165.00	168.00
peso de agua (1)-(2)	42.70	39.70
peso de suelo seco (2)-(3)	825.30	813.80
Humedad (W%) (4/5) x100(%)	5.17	4.88
humedad promedio %	5.03	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 7. Contenido de humedad agregado grueso (piedra chancada)

recipiente N°	45.00	10.00
Peso de recip. + suelo húmedo	1,267.50	1,222.50
Peso de recip. + suelo seco	1,265.30	1,221.20
peso de recipiente (gr)	172.50	169.50
peso de agua (1)-(2)	2.20	1.30
peso de suelo seco (2)-(3)	1,092.80	1,051.70
Humedad (W%) (4/5) x100(%)	0.20	0.12
humedad promedio %		0.16

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 8. Contenido de humedad agregado grueso (concreto reciclado)

recipiente N°	13.00	35.00
Peso de recip. + suelo húmedo	981.02	1,071.50
Peso de recip. + suelo seco	946.60	1,034.60
peso de recipiente (gr)	165.50	165.00
peso de agua (1)-(2)	34.42	36.90
peso de suelo seco (2)-(3)	781.10	869.60
Humedad (W%) (4/5) x100(%)	4.41	4.24
humedad promedio %		4.32

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Peso unitario volumétrico

El peso unitario del agregado es función directa del tamaño, forma y distribución de las partículas y del grado de compactación (aflojamiento o compactación).

Peso Unitario Suelto

La relación peso / volumen se determina dejando que el agregado caiga libremente desde una cierta altura (aproximadamente 20 cm) en un recipiente

de volumen conocido y estable. Estos datos son importantes porque le permiten convertir pesos en volúmenes al procesar agregaciones y viceversa.

Peso Unitario compacto

Este proceso es similar a un solo peso suelto, pero para compactar el material dentro del molde, este método se utiliza en algunos métodos de estiramiento. En este caso, el proceso requiere 25 pasadas por capa, y cada molde debe hacer 3 capas.

a) equipo y materiales usados

- balanza
- recipiente
- cilindro o molde con peso y volumen especificados
- pala

- regla de fiero
- varilla

b) Procedimiento

Procedimiento para calcular el peso unitario volumétrico suelto

- ✚ Llenamos el contenedor dejando caer el agregado a un máximo de 20 cm por encima del borde superior del contenedor.
- ✚ Usamos reglas para excluir partes adicionales.
- ✚ Determinamos el peso de la muestra más el peso del molde según la proporción
- ✚ Repetir el mismo proceso 3 o más veces hasta obtener el peso requerido

Procedimiento para calcular el peso unitario volumétrico compactado

- ✚ Colocar el agregado en el molde, correspondiente a tres capas de igual volumen, hasta que esté lleno.
- ✚ Cada capa se nivela y compacta con 25 golpes, distribuidos uniformemente en cada capa

- ✚ Una vez que el recipiente esté lleno, use el controlador para nivelar la superficie y luego determine la masa o el peso del recipiente lleno.
- ✚ Este mismo proceso se repite 3 veces o más hasta obtener los pesos necesarios que se requiere.

c) Datos y resultados obtenidos para cada muestra agregado fino, agregado grueso y agregado reciclado

Tabla 9. Peso volumétrico agregado Fino

Tipo de Peso Unitario	peso unitario suelto			peso unitario compactado			
	muestra N°	I	II	III	I	II	III
peso de material							
+ molde		6,955.000	6,940.000	6,963.000	7,435.000	7,460.000	7,448.000
peso del molde		3,420.000	3,420.000	3,420.000	3,420.000	3,420.000	3,420.000
peso del material		3,535.000	3,520.000	3,543.000	4,015.000	4,040.000	4,028.000
volumen del molde		2,776.000	2,776.000	2,776.000	2,776.000	2,776.000	2,776.000
peso unitario		1.273	1.268	1.276	1.446	1.455	1.451
Peso unitario promedio			1.273			1.451	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 10. Peso volumétrico del agregado grueso (piedra chancada)

Tipo de Peso Unitario muestra N°	peso unitario suelto			peso unitario compactado		
	I	II	III	I	II	III
peso de material						
+ molde	27,965.0	27,950.000	27,958.000	28,945.000	28,925.000	28,935.000
peso del molde	7,471.0	7,471.000	7,471.000	7,471.000	7,471.000	7,471.000
peso del material	20,494.0	20,479.000	20,487.000	21,474.000	21,454.000	21,464.000
volumen del molde						
cm ³	13,724.0	13,724.000	13,724.000	13,724.000	13,724.000	13,724.000
peso unitario	1.493	1.492	1.493	1.565	1.563	1.564
peso unitario promedio		1.493			1.564	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 11. Peso volumétrico del agregado grueso (concreto reciclado)

Tipo de Peso Unitario muestra N°	peso unitario suelto			peso unitario compactado		
	I	II	III	I	II	III
peso de material						
+ molde	23,675.0	23,700.000	23,688.000	25,670.000	25,690.000	25,680.000
peso del molde	7,471.0	7,471.000	7,471.000	7,471.000	7,471.000	7,471.000
peso del material	16,204.0	16,229.000	16,217.000	18,199.000	18,219.000	18,209.000
volumen del						
molde	13,724.0	13,724.000	13,724.000	13,724.000	13,724.000	13,724.000
peso unitario	1.181	1.183	1.182	1.326	1.328	1.327
peso unitario promedio		1.182			1.327	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Gravedad específica y absorción de los agregados

Peso específico

El método de cálculo del peso específico consiste en dividir el peso del cuerpo u objeto por el volumen ocupado por el objeto, es decir, el valor de la cantidad normal de agregado entre 2500 y 2750 kg / m³.

Absorción

Después de que el agregado se remoja en él durante 24 horas, la capacidad del agua para llenar los vacíos impermeables en su estructura interna depende de la porosidad.

a) equipo y materiales:

✓ **para agregado fino.**

- Una balanza con una sensibilidad de 0,5 gr y una capacidad de 1 kg.
- Frasco volumétrico (una botella con un volumen de 500 cm³.)
- Molde cónico de metal, diámetro <4cm y ϕ > 8cm, altura 9cm.
- Varilla de metal de cabeza redonda
- El horno puede mantener una temperatura constante de 110°C.
- Probeta o volumenómetro

✓ **para agregado grueso.**

- Balanza
- Canastilla
- Horno

b) procedimiento:

✓ **para agregado fino.**

- ✚ Usando el método del cuarteo, elija alrededor de 1 kg o 2 kg de agregado
- ✚ La muestra se sumerge en agua durante 24 horas.
- ✚ Retire la muestra del agua y extienda la muestra sobre una superficie no absorbente, exponga al aire caliente y agite o revuelva para continuar el secado uniforme. También se puede secar con secador de pelo.
- ✚ Continúe esta operación hasta que las partículas agregadas estén bien adheridas entre sí.

- ✚ La muestra se coloca en un molde cónico y se cura en 3 capas mediante 25 pasadas de hisopo, la primera capa tiene 8 pasadas y la segunda y última 9 pasadas.
- ✚ Si hay humedad libre, cuando esto suceda, el cono con agregado fino mantendrá su forma, continuará secando y removiendo constantemente, pero si el cono colapsa luego de remover el molde, indica que el agregado alcanzó la condición de superficie seca saturada SSS.
- ✚ Luego tomar 300gr y secarlo en el horno a 105 ° C durante 24 horas, luego enfriar la muestra a temperatura constante, luego pesarla, siendo este último el peso seco (ws) de la arena.
- ✚ Introduzca 300gr de muestra SSS en el tubo de ensayo, primero agregue 100cm³ de agua, luego agregue o rellene agua hasta los 500cm³ indicados en la fiola para eliminar las burbujas de aire.
- ✚ Se utiliza una balanza para pesar la fiola con agua y arena

Para agregado grueso

- ✚ Elegimos una muestra seca y agrietada (unos 6 kg) y la sumergimos en agua durante 24 horas.
- ✚ Luego use un secador o natural (aire o luz solar) para secar la muestra en la superficie; muévela para que se pueda secar toda la superficie del agregado natural.
- ✚ A diferencia de los agregados finos, las pruebas ya no se realizan para ver si la muestra está en el estado sss, sino por simple observación
- ✚ Luego, pesamos una cierta cantidad de muestra en tres tercios o tres contenedores.
- ✚ sumergimos el recipiente de malla en el agua, obteniendo así el peso del recipiente
- ✚ Sumergimos la muestra en agua para obtener el peso de la muestra.

Finalmente, colocamos la muestra en el horno durante 24 horas para absorber el peso del aire de la muestra seca.

c) datos y resultados obtenidos para cada muestra agregado fino, agregado grueso y agregado reciclado

Tabla 12. Gravedad específica y absorción para el agregado fino.

agregado fino	
IDENTIFICACION	25.00
Peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	300.00
peso frasco + agua	669.90
Peso frasco + agua + peso mat. Sup seca (aire) (A+B)	969.90
Peso del material. + agua en el frasco	856.60
Vol. De masa + vol. De vacíos (C-D)	113.30
Peso de mat. Seco en estufa (105°C)	294.00
Vol. De masa	107.30
pe bulk (base seca)	2.59
pe bulk (saturada)	2.65
pe aparente (base seca)	2.74
% de absorción	2.04

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 13. Gravedad específica y absorción (piedra chancada)

piedra			
chancada			
IDENTIFICACION	10.00	35.00	45.00
Peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	1,126.50	994.00	1,016.00
Peso mat. Sat. Sup. Seca (en agua)	701.20	616.70	630.40
Vol. De masa / vol. De vacíos A-B	425.30	377.30	385.60
Peso mat. Seco en estufa (105° C)	1,112.80	987.00	1,010.40
vol. de masa C-(A-D)	411.60	370.30	380.00
pe bulk (base seca) D/C	2.62	2.62	2.62
pe bulk (base saturada) A/C	2.65	2.63	2.63
pe aparente (base seca) D/E	2.70	2.67	2.66
% de absorción ((A-D)/D)X100	1.23	0.71	0.55
Promedio de absorción %	0.83		
Promedio pe bulk		2.64	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 14. Gravedad específica y absorción (concreto reciclado)

	concreto		
reciclado			
IDENTIFICACION	2.00	6.00	12.00
Peso mat. Sat. Sup. Seca (en aire)	1,031.50	881.20	951.00
Peso mat. Sat. Sup. Seca (en agua)	600.60	608.60	554.10
Vol. De masa / vol. De vacíos A-B	430.90	272.60	396.90
Peso mat. Seco en estufa (105° C)	985.50	836.90	906.20
vol. de masa C-(A-D)	384.90	228.30	352.10
pe bulk (base seca) D/C	2.29	3.07	2.28
pe bulk (base saturada) A/C	2.39	3.23	2.40
pe aparente (base seca) D/E	2.56	3.67	2.57
% de absorción ((A-D)/D)X100	4.67	5.29	4.94
Promedio de absorción %	4.97		
Promedio pe bulk		2.67	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Análisis granulométrico

- ✓ El análisis del tamaño de las partículas divide la muestra en fracciones del mismo elemento según la apertura del núcleo utilizada
- ✓ **módulo de finura del agregado fino (MF):**

La suma de los porcentajes de retención acumulados de los anillos de agregado fino estándar (No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100).

$$M.F = \frac{\% \text{ ret. Acum malla (N}^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

Para el caso de las arenas el MF varía de 2.3 a 3.1

- ✓ **módulo de finura del agregado grueso(MF):**

La suma de los porcentajes de retención acumulados de mallas estándar para los áridos que suman más de 100

$$MF = \frac{\% \text{ Ret. Acum. (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Para el caso de las piedras de 7.0 a 7.3.

a) material y equipo:

- + Una Balanza con sensibilidad 0.5 gr y cuya capacidad no sea menor de 1kg
- + Juego de Tamices conformados por N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100.(Agregado Fino)
- + Juego de Tamices conformados por 3", 1 1/2", 3/4", 3/8" 1/4" y N° 4. (Agregado. Grueso)
- + Horno a temperatura constante de 110 °C.
- + Recipiente de aluminio
- + Brocha
- + Cucharones

b) procedimiento:

Para el agregado fino.

- + Tome una cierta cantidad de material y lávelo para eliminar los residuos orgánicos en la arena.
- + Las muestras se secaron a temperatura ambiente durante 24 horas y, después del secado, se seleccionó un tamiz para probar los orificios en orden decreciente. El tamiz es: N ° 4, N ° 8, N ° 16, N ° 30, N ° 50, N ° 100.
- + Vierta el material sobre esta serie de tamices, pese y registre el peso almacenado en cada núcleo y luego calcule en consecuencia.

Para el agregado grueso.

- ✚ Se toma cierta cantidad de material y se pasa por un tamiz, luego por una serie de tamices, que se convierten en pequeños orificios. Los tamices son: 3 pulgadas, 1.5 pulgadas, 3/4 pulgadas, 1/2 pulgadas, 3/8 pulgadas y N°4.
- ✚ Se pesó cada tamiz para saber cuándo retuvo cada tamiz para obtener el peso total
- ✚ Con los pesos obtenidos se empieza a realizar los respectivos cálculos

c) Datos y resultados obtenidos para cada muestra agregado fino, agregado grueso y agregado reciclado.

Tabla 15. Análisis granulométrico para agregado fino.

TAMIZ	ABERT	PESO	% RETEN.	% RETEN.	
N°	(mm)	RETEN.(gr)	PARCIAL	ACUMULADO	%QUE PASA
4.00	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00
8.00	2.36	101.90	5.65	5.65	94.35
16.00	1.18	302.90	16.81	22.46	77.54
30.00	0.60	645.70	35.83	58.29	41.71
50.00	0.30	506.90	28.13	86.41	13.59
100.00	0.15	183.10	10.16	96.57	3.43
200.00	0.08	57.20	3.17	99.74	0.26
FONDO		4.60	0.26	100.00	0.00
TOTAL		1,802.30	100.00		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Módulo de Finura

Módulo de finura	2.7
-------------------------	------------

Según especificaciones técnicas de la norma ASTM C-33 el análisis granulométrico del agregado fino debe estar graduado dentro de los siguientes límites:

Tabla 16. Límites del uso Granulométrico del Agregado Fino

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
9.51 mm. ("3/8")	100
4.76 mm. (N°04)	95 a 100
2.36 mm. (N°08)	80 a 100
1.18 mm. (N°16)	50 a 85
600 u.m. (N°30)	25 a 60
300 u.m. (N°50)	10 a 30
150 u.m. (N°100)	2 a 10

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

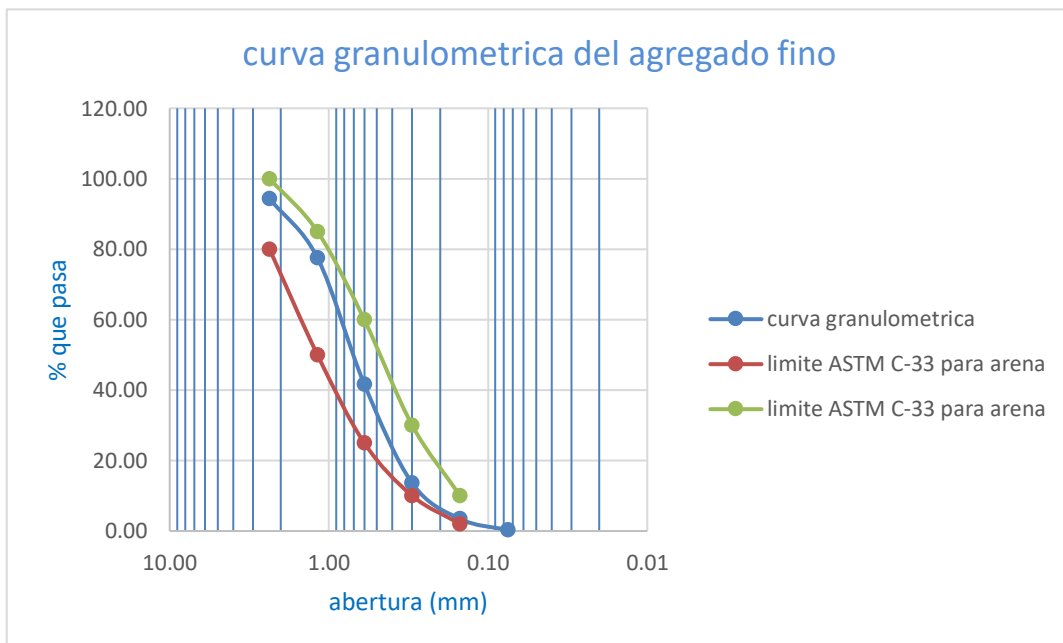


Figura 7. Curva granulométrica del agregado fino

Tabla 17. Análisis granulométrico para agregado grueso (piedra chancada)

TAMIZ N°	ABERT (mm)	PESO RETEN.(gr)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00		0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	8,258.00	38.19	38.19	61.81
1/2"	12.50	8,411.00	38.90	77.09	22.91
3/8"	9.50	3,417.00	15.80	92.89	7.11
N° 4	4.75	1,494.00	6.91	99.80	0.20
FONDO		44.00	0.20	100.00	0.00
TOTAL		21,624.00	100.00		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tamaño Máximo

TM	1"
----	----

Tamaño Máximo Nominal

TMN	3/4"
-----	------

Módulo De Finura

Módulo de finura	7.3
------------------	-----

Según especificaciones técnicas de la norma ASTM C-33 el análisis granulométrico del agregado grueso debe estar graduado dentro de los siguientes límites:

Tabla 18. Límites del uso granulométrico del agregado grueso

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
25 mm. (1")	100 a 100
19 mm. (3/4")	90 a 100
12.5 mm. (1/2")	20 a 55
9.5 mm. (3/8")	0 a 15
4.75 mm. (N°4)	0 a 5

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

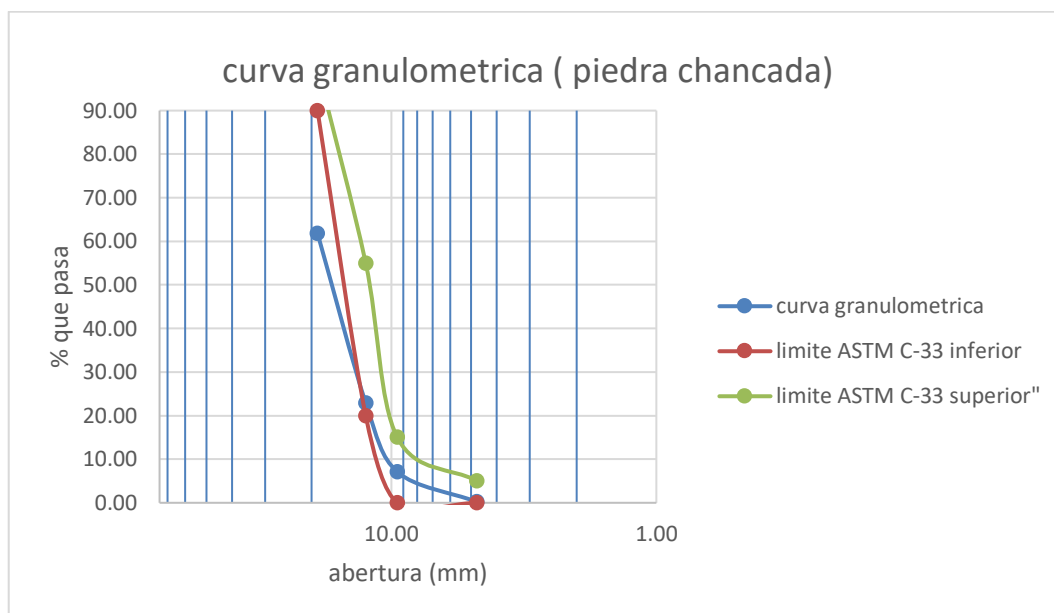


Figura 8. Curva granulométrica del agregado grueso (piedra chancada)

Tabla 19. Análisis granulométrica para agregado grueso (concreto reciclado)

TAMIZ N°	ABERT (mm)	PESO RETE. (gr)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.00		0.00	0.00	0.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4"	19.00	3,366.00	24.47	24.47	75.53
1/2"	12.50	6,622.50	48.15	72.62	27.38
3/8"	9.50	1,943.50	14.13	86.75	13.25
N° 4	4.75	1,416.00	10.29	97.04	2.96
FONDO		407.00	2.96	100.00	0.00
TOTAL		13,755.00	100.00		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tamaño Máximo

TM	1"
----	----

Tamaño Máximo Nominal

TMN	3/4"
-----	------

Módulo De Finura

Módulo de finura	7.11
------------------	------

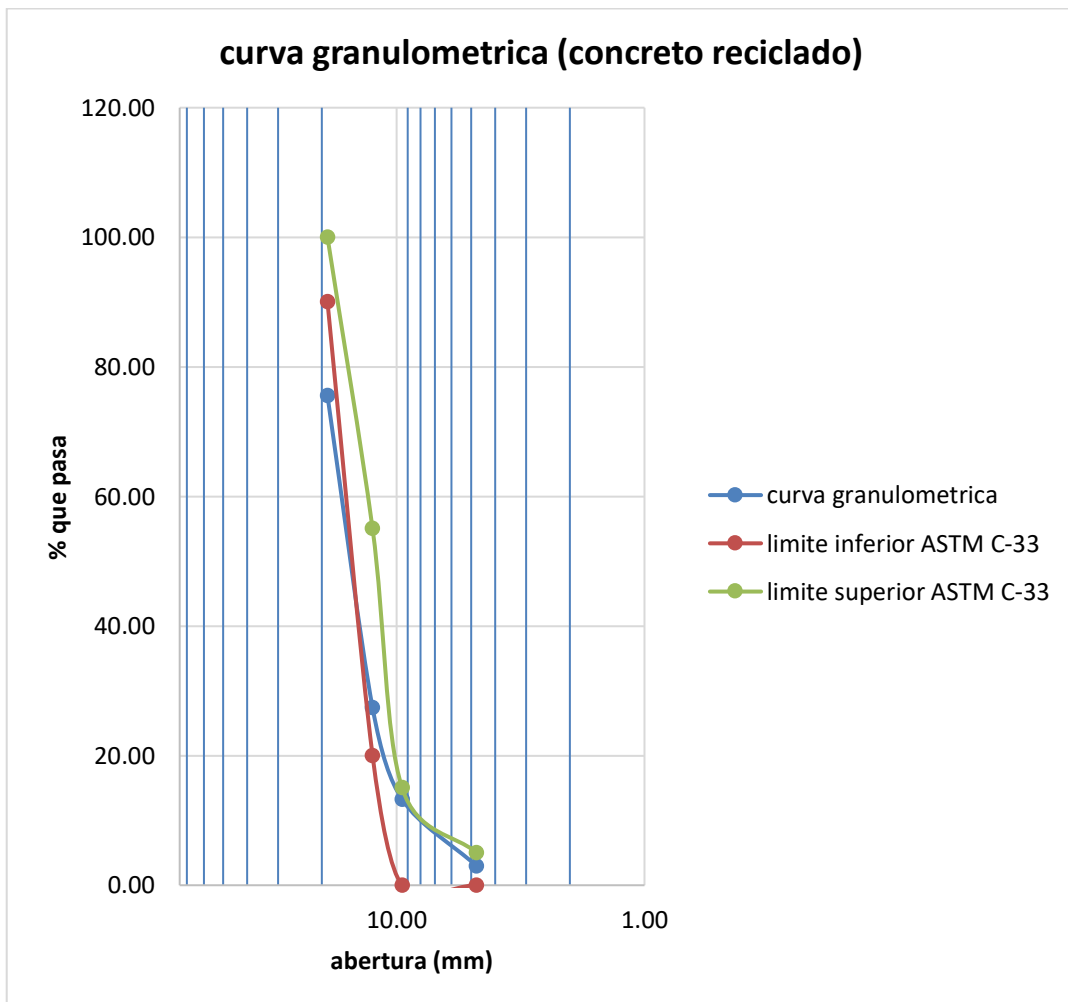


Figura 9. Curva granulométrica del agregado grueso (concreto reciclado)

III. RESULTADOS

Después de probar los agregados en el laboratorio de la Universidad de San Pedro y obtener los resultados, se utilizó el método del Comité 211 de ACI para realizar los ítems relacionados de acuerdo con la resistencia especificada $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (resistencia requerida), utilizando estos Los resultados están vinculados a las tablas correspondientes instruidas por el comité ACI, que son los resultados obtenidos en diversas pruebas.

3.1 resultados de los diferentes ensayos realizados a los agregados para el cálculo de diseño de mezcla.

Tabla 20. Resultado de los ensayos realizados al agregado fino

Agregado Fino cantera (tacllan)		
peso específico (P e)	2.65	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1272.57	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1450.89	kg/m ³
contenido de humedad % (CH)	5.03	%
absorción % (Abs)	2.04	%
módulo de fineza (MF)	2.7	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 21. Resultado de los ensayos realizados al agregado grueso (piedra chancada)

Agregado Grueso (piedra chancada) chancadora Ortiz		
peso específico (P e)	2.64	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1492.76	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1563.98	kg/m ³
contenido de humedad % (CH)	0.16	%
Absorción% (Abs)	0.83	%
módulo de fineza (MF)	7.31	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 22. Resultado de los ensayos realizados al agregado de concreto reciclado

agregado grueso (agregado reciclado)		
peso específico (P e)	2.67	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1,181.63	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1,326.80	kg/m ³
contenido de humedad % (CH)	4.32	%
Absorción% (Abs)	4.97	%
módulo de fineza (MF)	7.11	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 23. Valores obtenidos para el diseño de mezcla con un aporte de agregado de concreto reciclado en 10%

agregado grueso resultante		
peso específico (P e)	2.64	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1461.65	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1540.26	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	0.58	%
Absorción% (Abs)	1.25	%
módulo de fineza (MF)	7.30	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 24. Valores obtenidos para el diseño de mezcla con un aporte de agregado de concreto reciclado en 15%

agregado grueso resultante		
peso específico (P e)	2.64	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1446.09	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1528.40	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	0.79	%
Absorción% (Abs)	1.45	%
módulo de fineza (MF)	7.30	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

3.2 Resultado de la cantidad de materiales para la elaboración de las 36 probetas

Tabla 25. Cantidad de materiales para 9 probetas (viruta de acero 0% y agregado de concreto reciclado 0%)

Diseño de mezcla $f_c = 210$ kg/cm² (viruta de acero 0% y concreto reciclado 0%)	
Materiales	Cantidad (kg)
Cemento	21.02 kg
Agregado fino	45.40 kg
Agregado grueso	56.51 kg
Agua efectiva	10.82 lt

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 26. Cantidad de materiales para 9 probetas (viruta de acero 2%)

Diseño de mezcla $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ (viruta de acero 2%)	
Materiales	Cantidad (kg)
Cemento	21.02 kg
Agregado fino	45.40 kg
Agregado grueso (piedra chancada)	56.51 kg
Agua efectiva	10.82 lt
Viruta de acero	2.04 kg

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 27. Cantidad de materiales para 9 probetas (viruta de acero 2% y agregado de concreto reciclado 10%)

Diseño de mezcla $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ (viruta de acero 2% y concreto reciclado 10%)	
Materiales	Cantidad (kg)
Cemento	21.02 kg
Agregado fino	46.38 kg
Agregado grueso (piedra chancada)	50.29 kg
Agregado grueso (concreto reciclado)	5.6 kg
Agua efectiva	10.79 lt
Viruta de acero	2.05 Kg

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

Tabla 28. Cantidad de materiales para 9 probetas (viruta de acero 2% y agregado de concreto reciclado 15%)

Diseño de mezcla $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ (viruta de acero 2% y concreto reciclado 15%)	
Materiales	Cantidad (kg)
Cemento	21.02 kg
Agregado fino	46.87 kg
Agregado grueso (piedra chancada)	47.23 kg
Agregado grueso (concreto reciclado)	8.33 kg
Agua efectiva	10.77 lt
Viruta de acero	2.05 Kg

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

3.3 Resultado de la prueba de Slump

Tabla 29. Prueba del Slump

SLUMP DEL CONCRETO PARA PROBETAS			
SERIE	DATOS DEL SLUMP		
	MEDICION (")		
	1	2	3
PATRON	3.8	3.6	4
2% VA	3.2	3.5	3.5
2% VA Y 10% CR	3.5	3.8	3.5
2% VA Y 15% CR	3.5	3.6	3.5

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

3.4 Resultados de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días

Una vez realizado todas las probetas tanto el patrón como las que se les ha adiciono la viruta de acero y sustituido el agregado de concreto reciclado con los porcentajes mencionados en todo el proyecto, además de haberles curado en las condiciones óptimas, se procedieron a realizar la ruptura de las muestras a compresión a los 7,14 y 28 días.

3.4.1 resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días

Tabla 30. Resistencia a la compresión a los 7 días

# Probetas.	Testigo	A/C	Slump	Fecha		Edad	Área	fcr	fcr=(promedio)	% fcr
	elemento		(")	moldeo	rotura	(días)	cm2	kg/cm2	kg/cm2	
1		0.68	3.8	12/03/2019	19/03/2019	7	176.71	162.33		
2	Concreto	0.68	3.8	12/03/2019	19/03/2019	7	176.70	136.16	147.19	70%
3	patrón	0.68	3.8	12/03/2019	19/03/2019	7	176.72	143.08		
4		0.68	3.5	12/03/2019	19/03/2019	7	176.70	158.29		
5	2% VA	0.68	3.5	12/03/2019	19/03/2019	7	176.71	169.66	164.54	78%
6		0.68	3.5	12/03/2019	19/03/2019	7	176.71	165.67		
7		0.68	3.5	12/03/2019	19/03/2019	7	176.71	141.36		
8	2% VA y	0.68	3.5	12/03/2019	19/03/2019	7	176.72	169.45	157.90	75%
9	10% CR	0.68	3.5	12/03/2019	19/03/2019	7	176.71	162.89		
10		0.68	3.5	12/03/2019	19/03/2019	7	176.70	141.06		
11	2% VA y	0.68	3.5	12/03/2019	19/03/2019	7	176.71	142.66	141.03	67%
12	15% CR	0.68	3.5	12/03/2019	19/03/2019	7	176.72	139.37		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

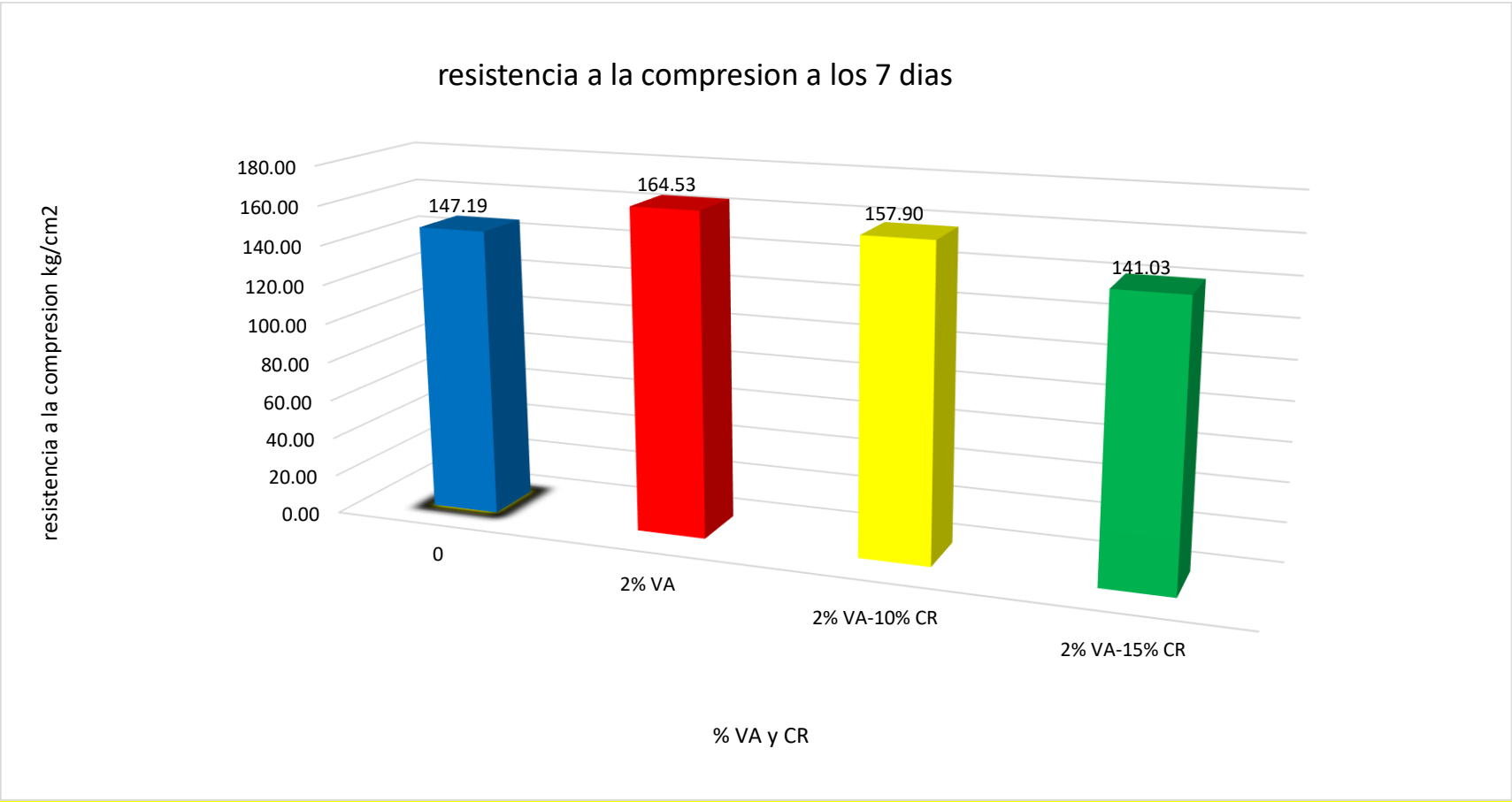


Figura 10. Resistencia a la compresión a los 7 días

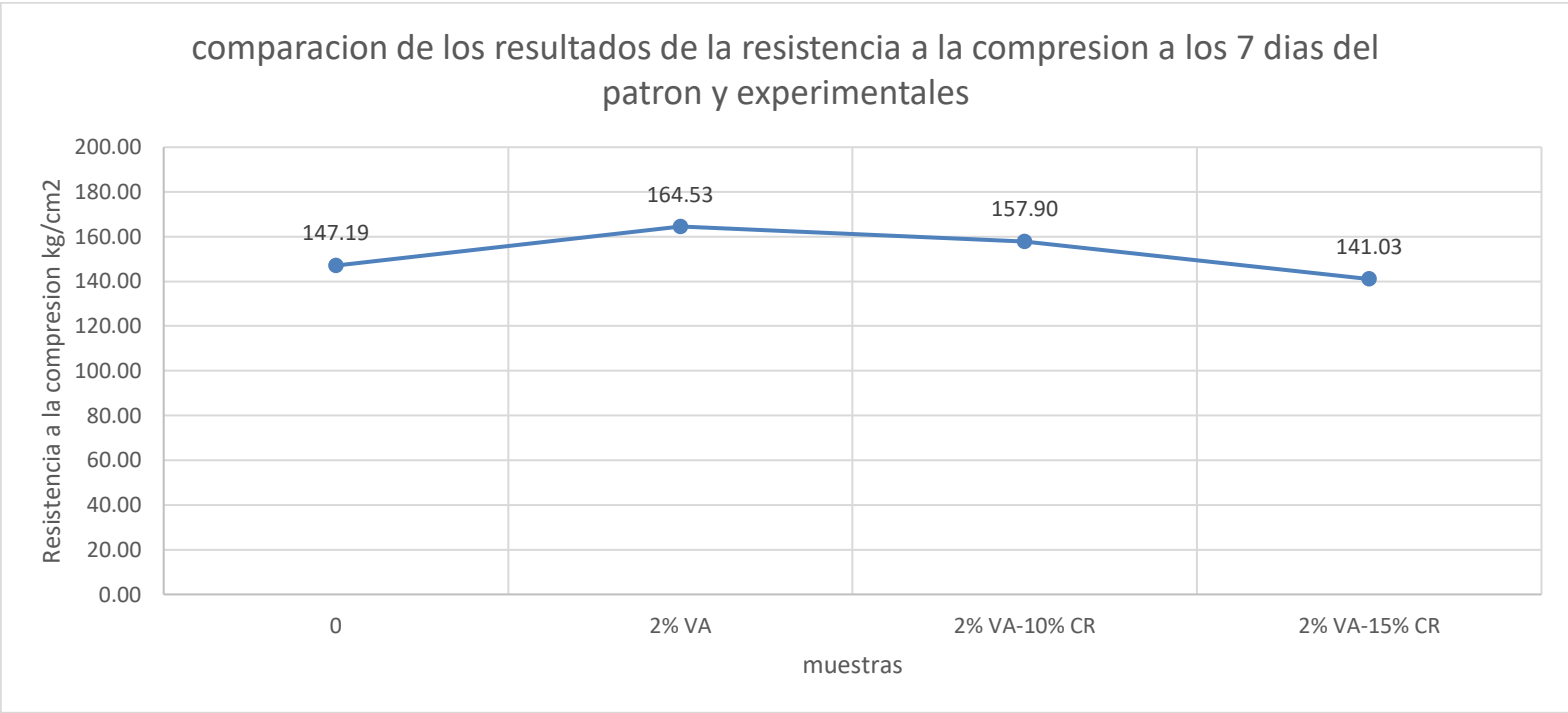


Figura 11. Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 7 días del patrón y experimental

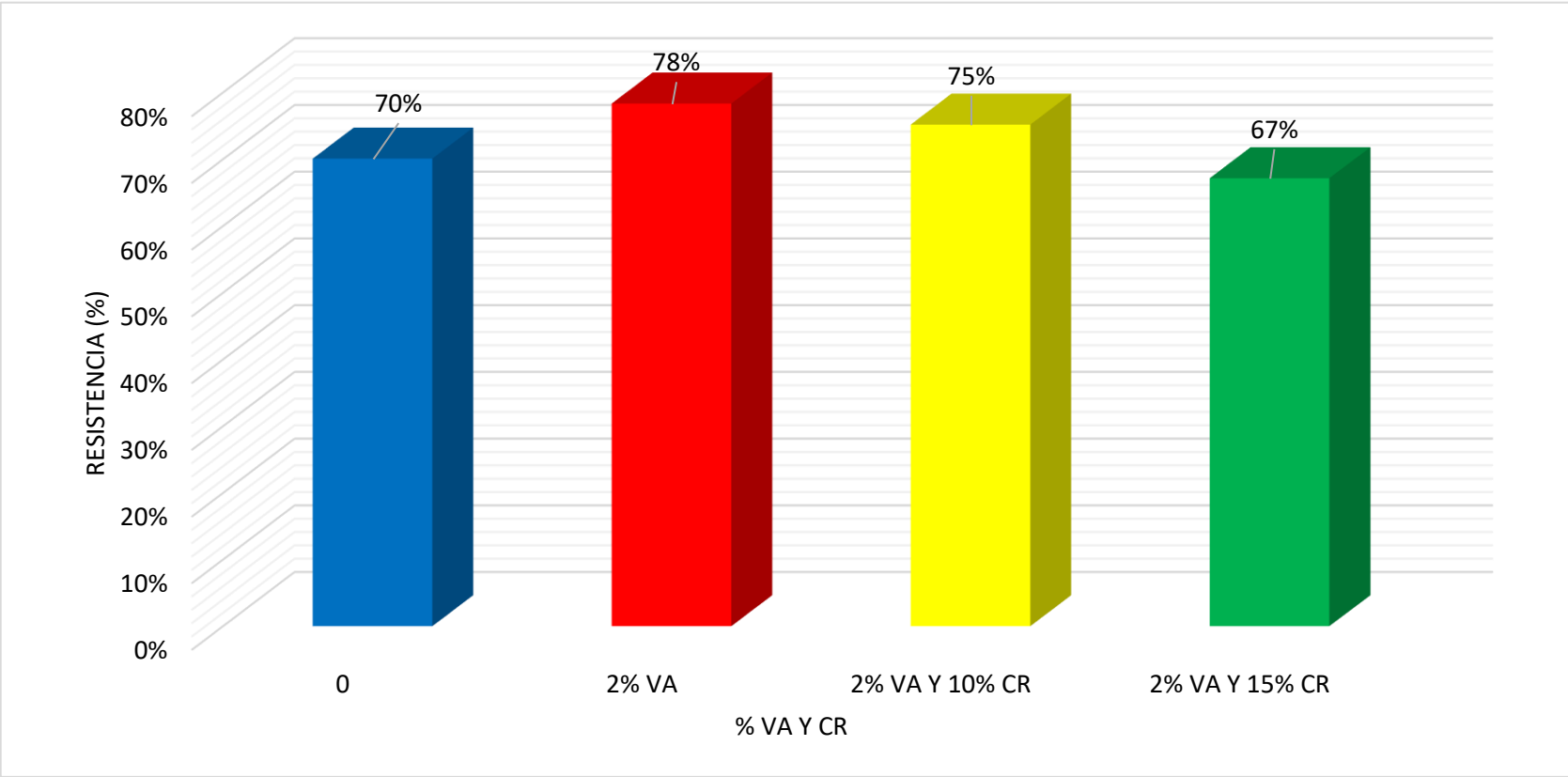


Figura 12. Resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm2 a los 7 días

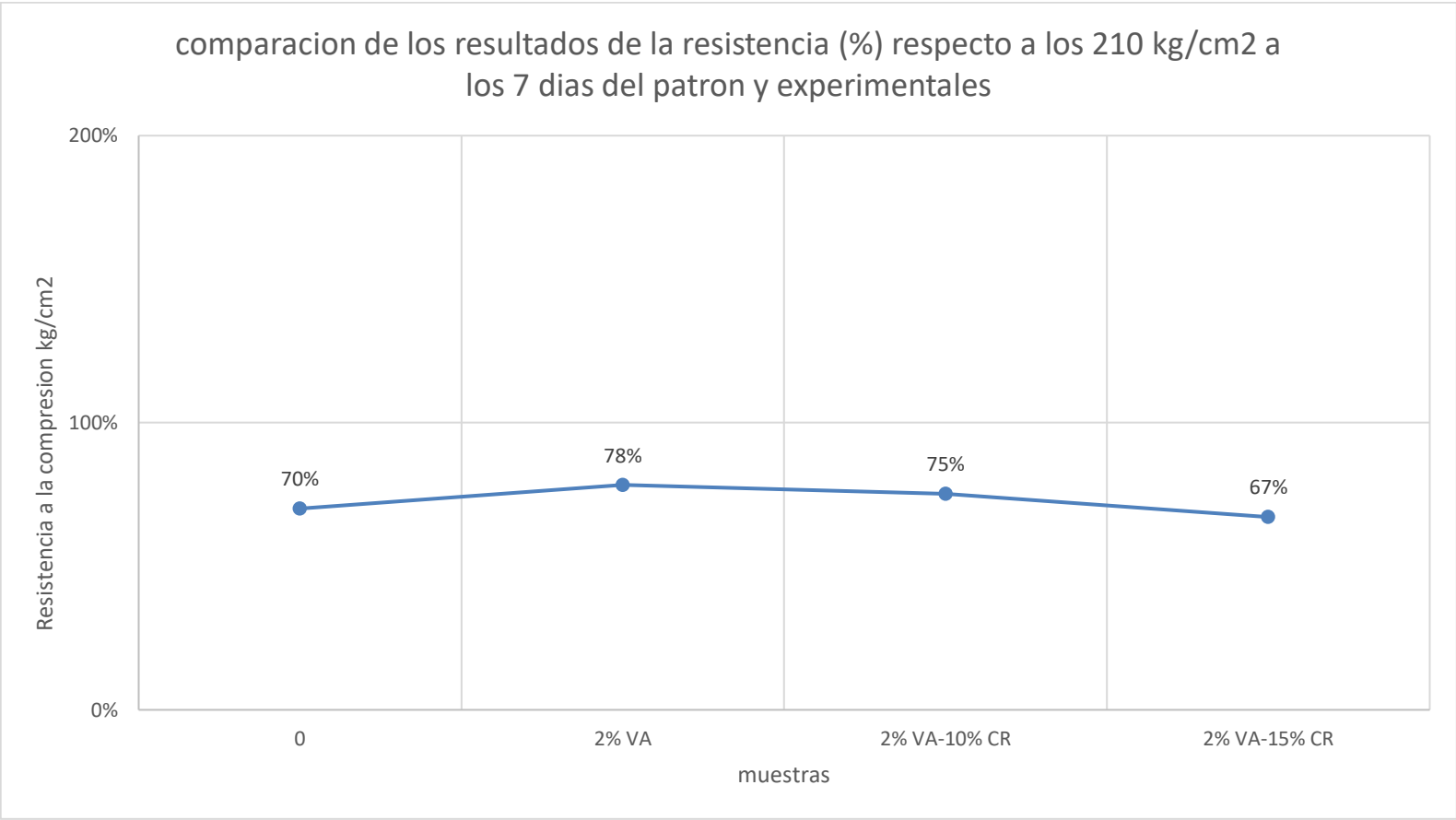


Figura 13. Comparación de los resultados de la resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm2 a los 7 días del patrón y experimental

3.4.2 Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días

Tabla 31. Resistencia a la compresión a los 14 días

# probetas	TESTIGO	RELACION	SLUMP	FECHA		EDAD	AREA	fcr	fcr=(promedio)	% fcr
	elemento	A/C	(")	moldeo	rotura	(días)	cm2	kg/cm2	kg/cm2	
1	CONCRETO PATRON	0.68	3.8	12/03/2019	26/03/2019	14	176.71	204.40	197.06	94%
2		0.68	3.8	12/03/2019	26/03/2019	14	176.70	192.87		
3		0.68	3.8	12/03/2019	26/03/2019	14	176.72	193.92		
4		0.68	3.5	12/03/2019	26/03/2019	14	176.71	201.74		
5	2% VA	0.68	3.5	12/03/2019	26/03/2019	14	176.71	202.54	208.21	99%
6		0.68	3.5	12/03/2019	26/03/2019	14	176.71	220.36		
7		0.68	3.5	12/03/2019	26/03/2019	14	176.71	192.69		
8	2% VA y 10% CR	0.68	3.5	12/03/2019	26/03/2019	14	176.72	199.02	202.36	96%
9		0.68	3.5	12/03/2019	26/03/2019	14	176.71	215.38		
10		0.68	3.5	12/03/2019	26/03/2019	14	176.70	190.95		
11	2% VA y 15% CR	0.68	3.5	12/03/2019	26/03/2019	14	176.71	171.81	187.70	89%
12		0.68	3.5	12/03/2019	26/03/2019	14	176.71	200.38		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

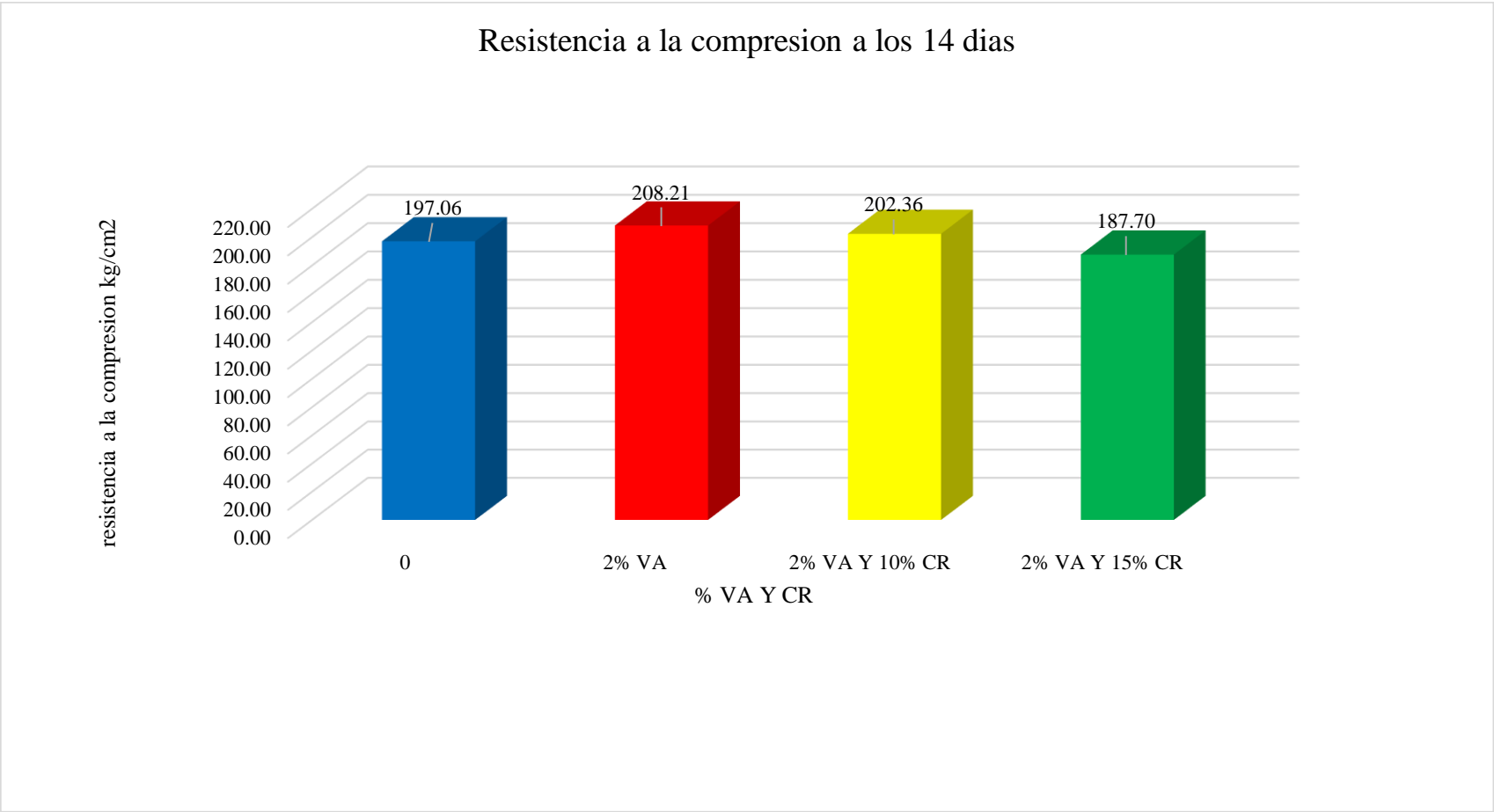


Figura 14. Resistencia a la compresión a los 14 días

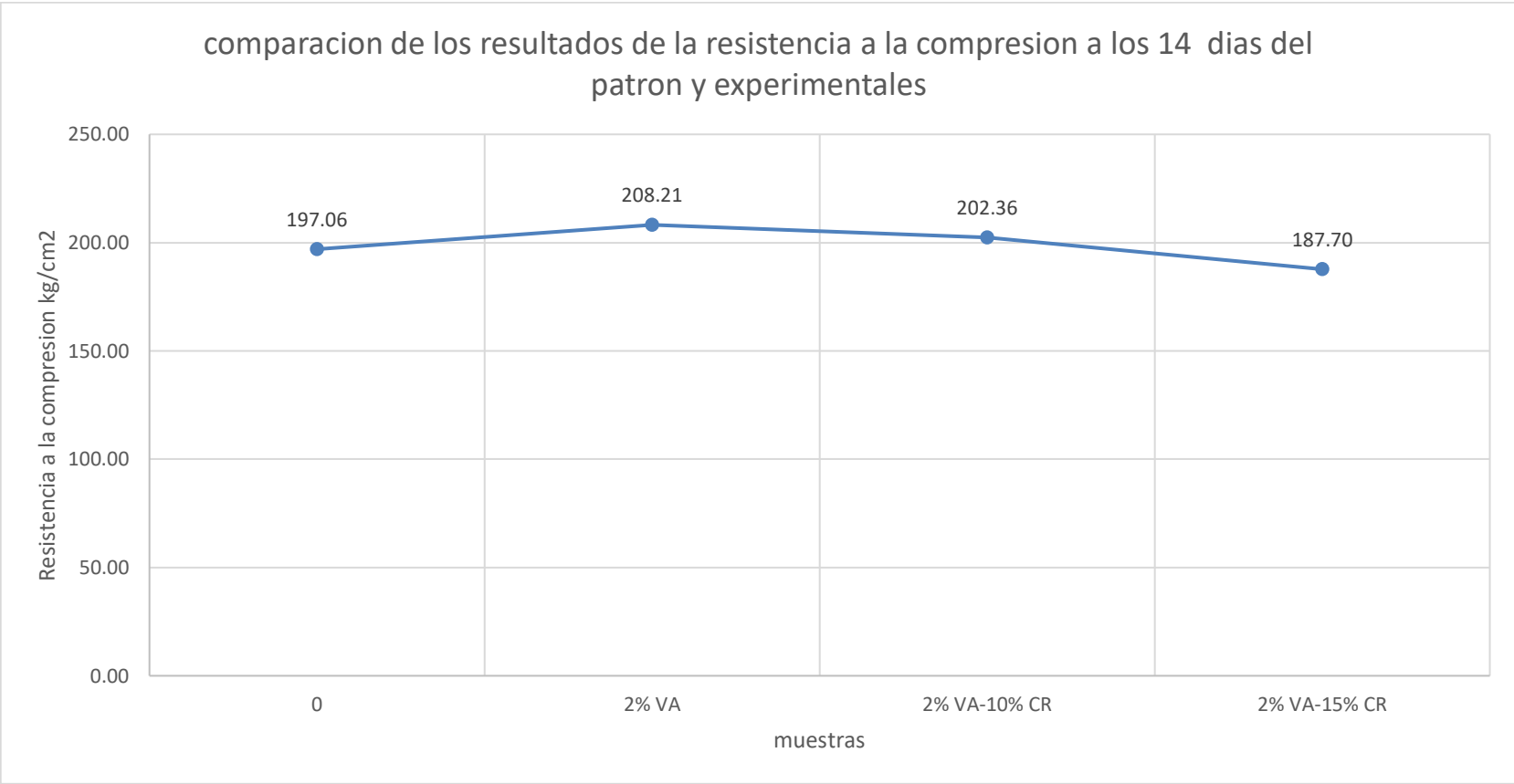


Figura 15. Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 14 días del patrón y experimental

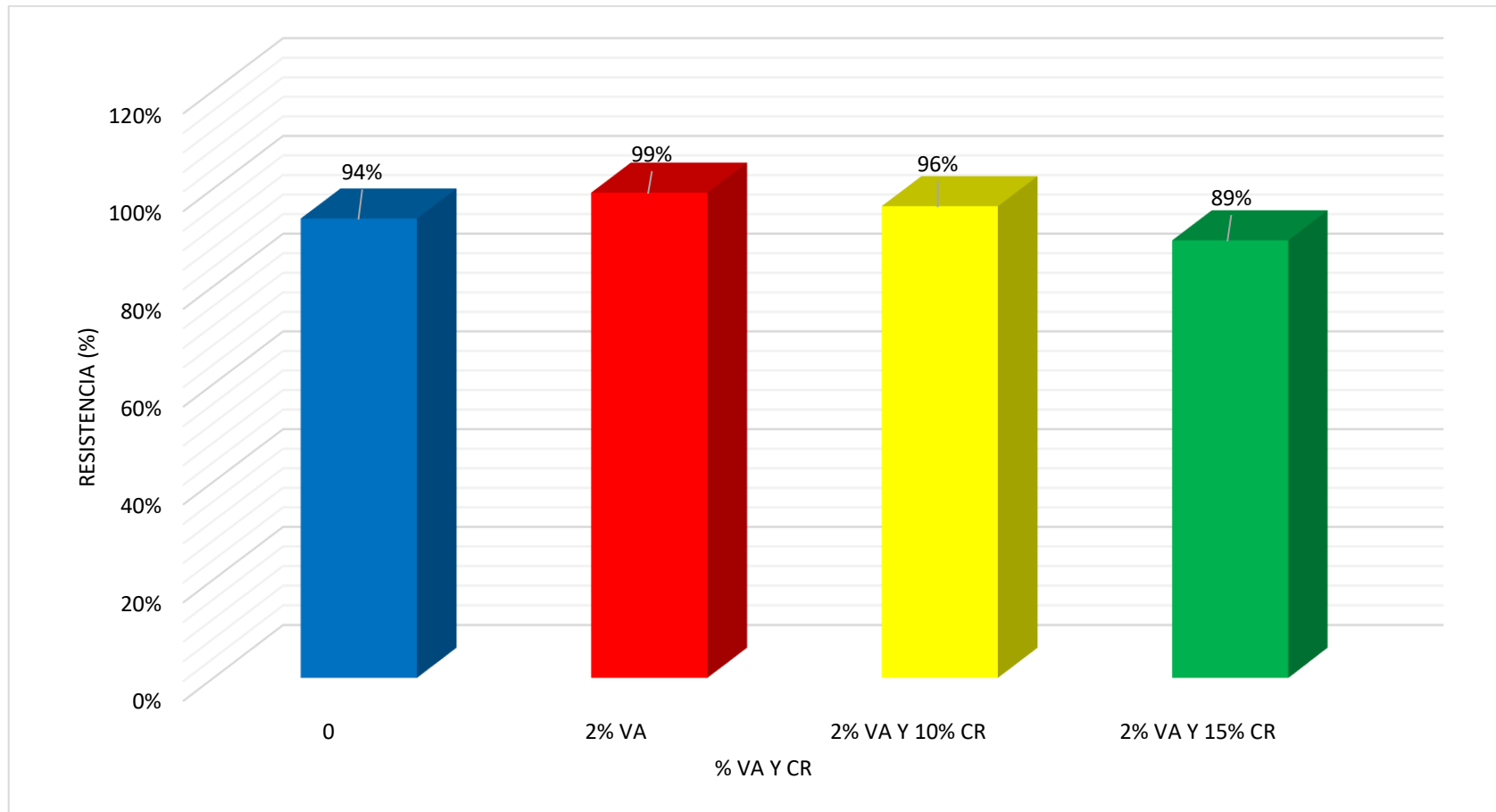


Figura 16. Resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm² a los 14 días

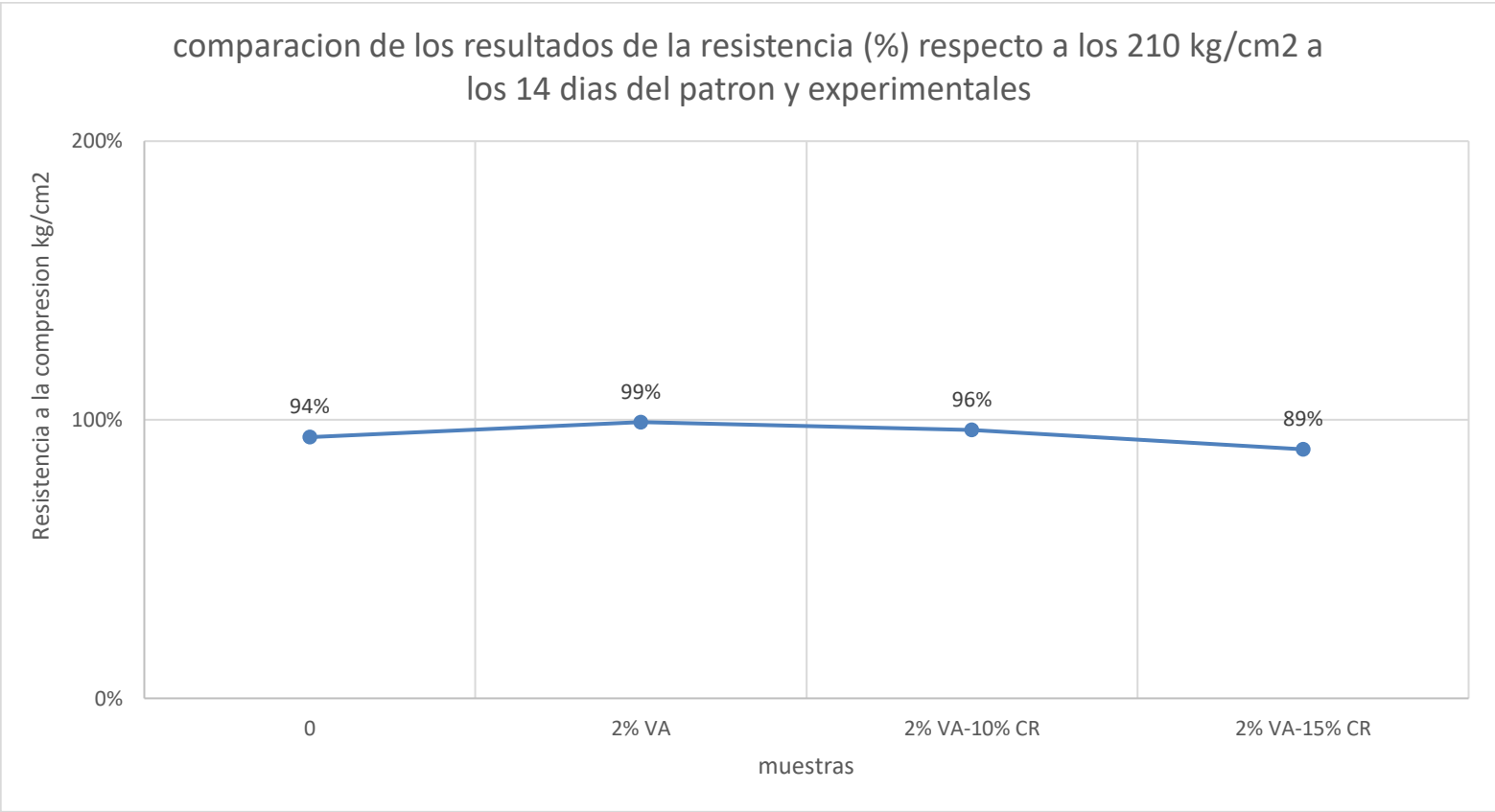


Figura 17. Comparación de los resultados de la resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm2 a los 14 días del patrón y experimental

3.4.3 Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días

Tabla 32. Resistencia a la compresión a los 28 días

# probetas	TESTIGO	RELACION	SLUMP	FECHA		EDAD	AREA	fcr	fcr=(promedio)	% fcr
	elemento	A/C	(")	moldeo	rotura	(días)	cm2	kg/cm2	kg/cm2	
1	CONCRETO PATRON	0.68	3.8	12/03/2019	09/04/2019	28	176.71	220.76	221.51	105%
2		0.68	3.8	12/03/2019	09/04/2019	28	176.70	226.99		
3		0.68	3.8	12/03/2019	09/04/2019	28	176.72	216.78		
4		0.68	3.5	12/03/2019	09/04/2019	28	176.71	253.58		
5	2% VA	0.68	3.5	12/03/2019	09/04/2019	28	176.71	260.09	253.22	121%
6		0.68	3.5	12/03/2019	09/04/2019	28	176.71	246.00		
7		0.68	3.5	12/03/2019	09/04/2019	28	176.71	243.00		
8	2% VA y 10% CR	0.68	3.5	12/03/2019	09/04/2019	28	176.72	259.79	245.48	117%
9		0.68	3.5	12/03/2019	09/04/2019	28	176.71	233.66		
10	2% VA y 15% CR	0.68	3.5	12/03/2019	09/04/2019	28	176.70	227.11	219.50	105%
11		0.68	3.5	12/03/2019	09/04/2019	28	176.71	216.29		
12		0.68	3.5	12/03/2019	09/04/2019	28	176.71	215.10		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

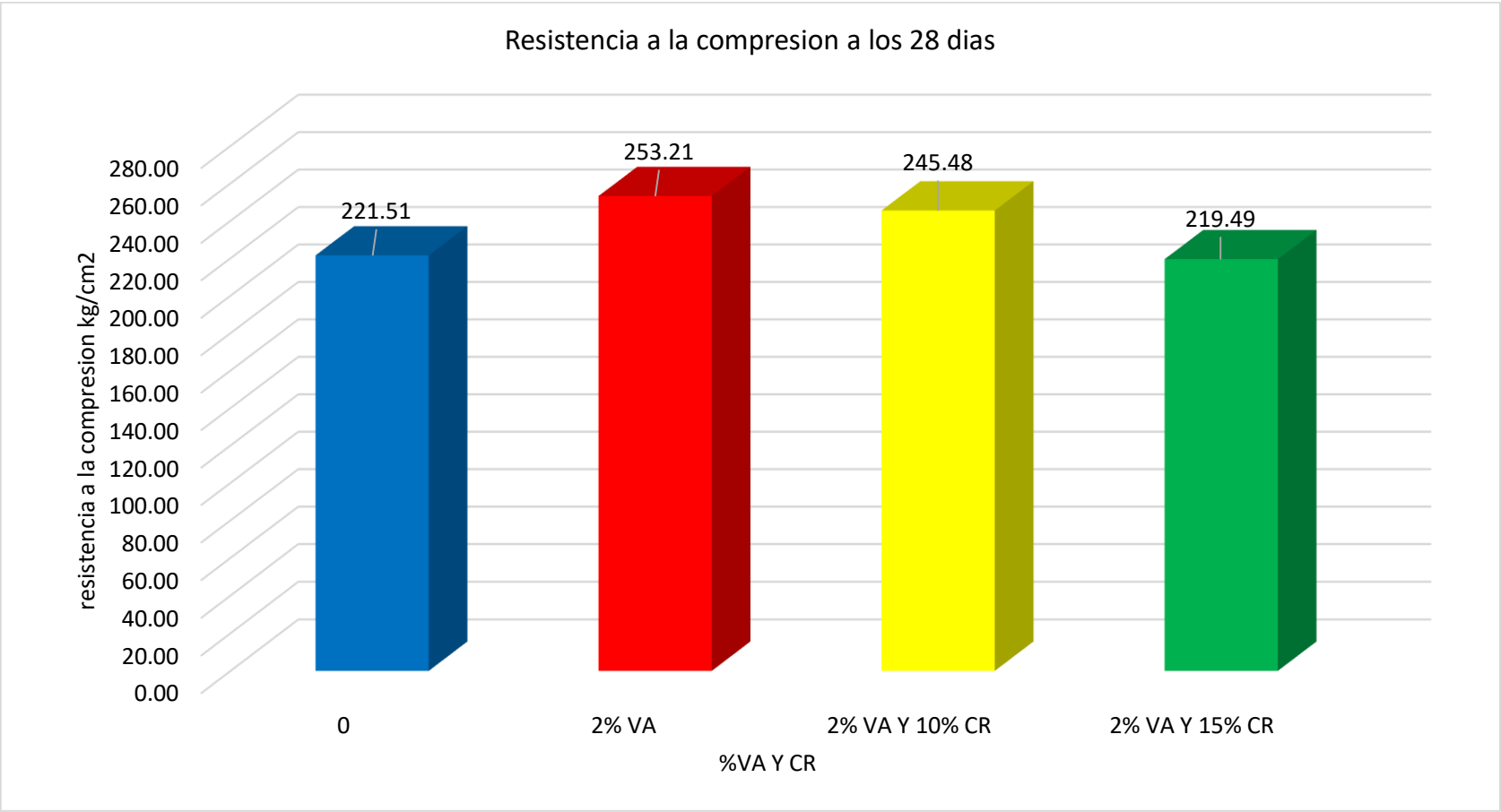


Figura 18. Resistencia a la compresión a los 28 días

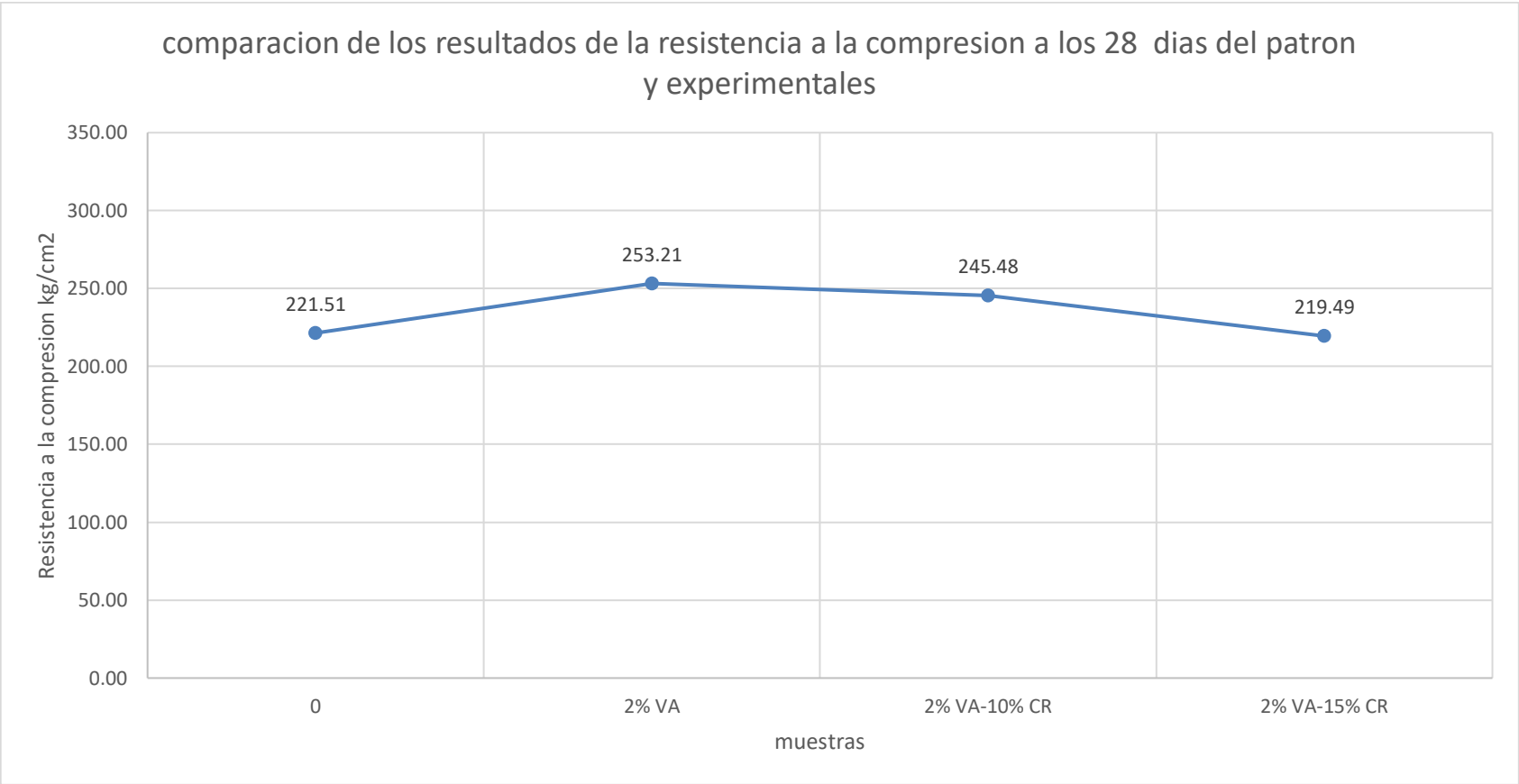


Figura 19. Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días del patrón y experimental

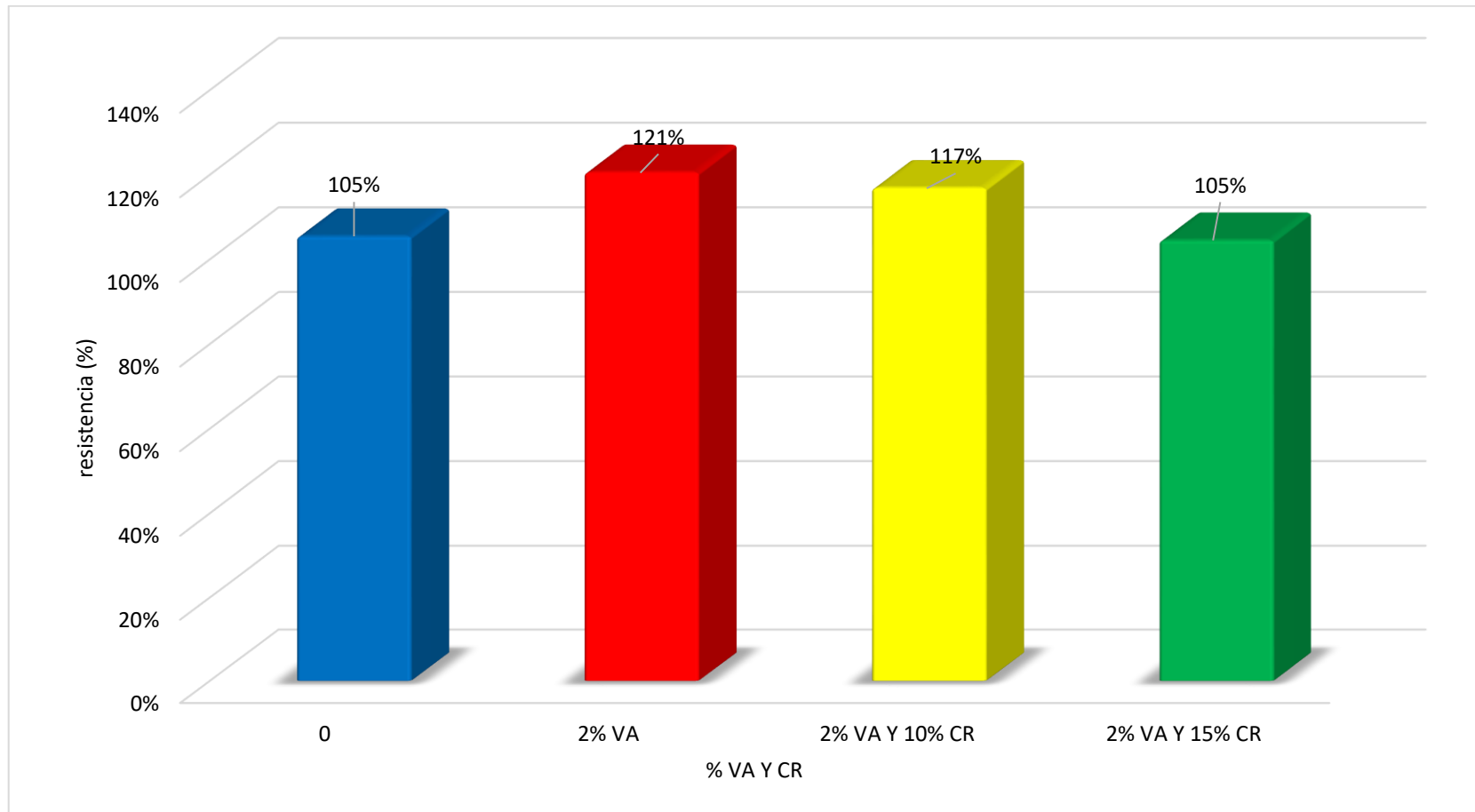


Figura 20. Resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm² a los 28 días

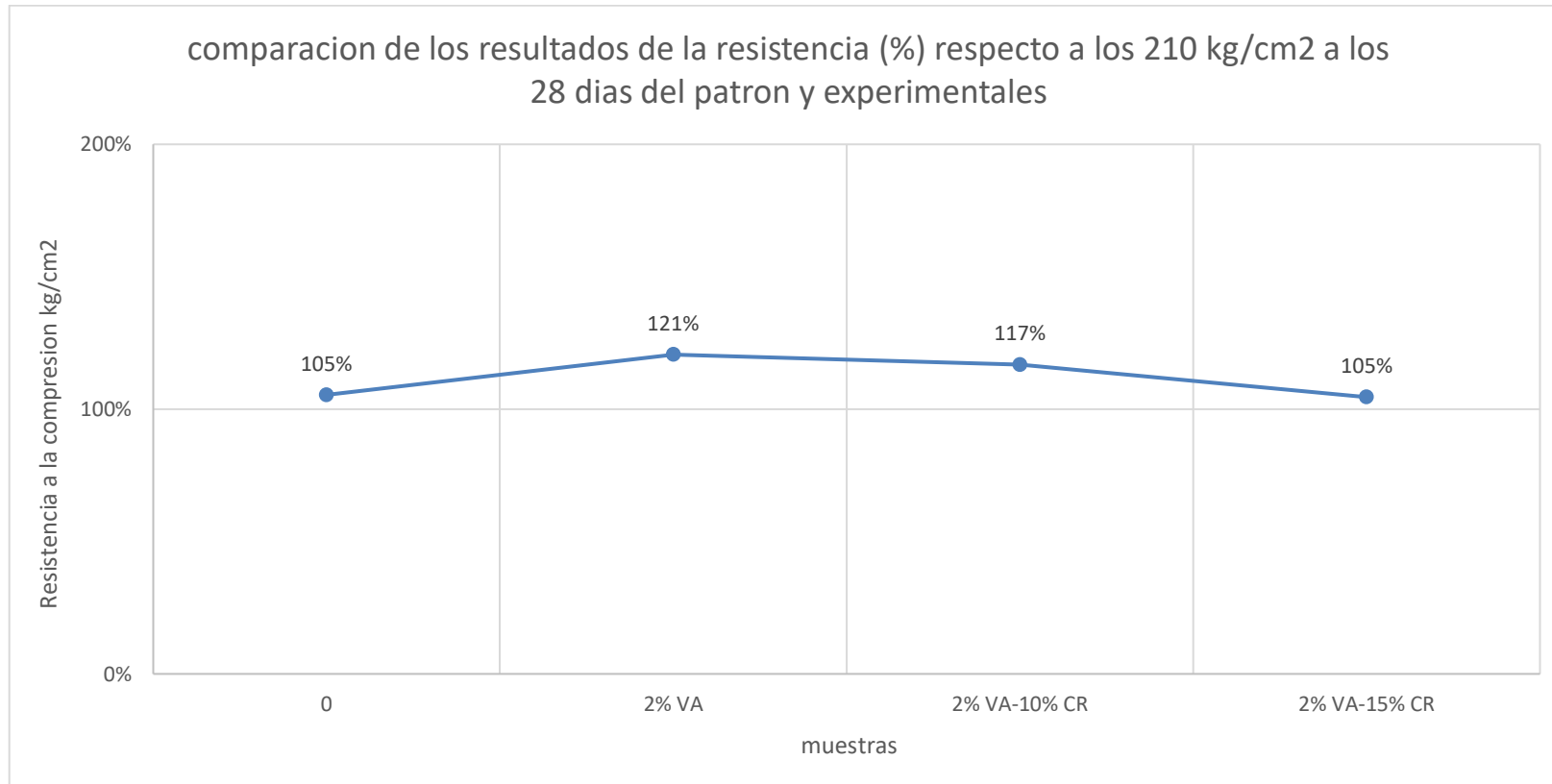


Figura 21. Comparación de los resultados de la resistencia (%) respecto a los 210 kg/cm2 a los 28 días del patrón y experimental

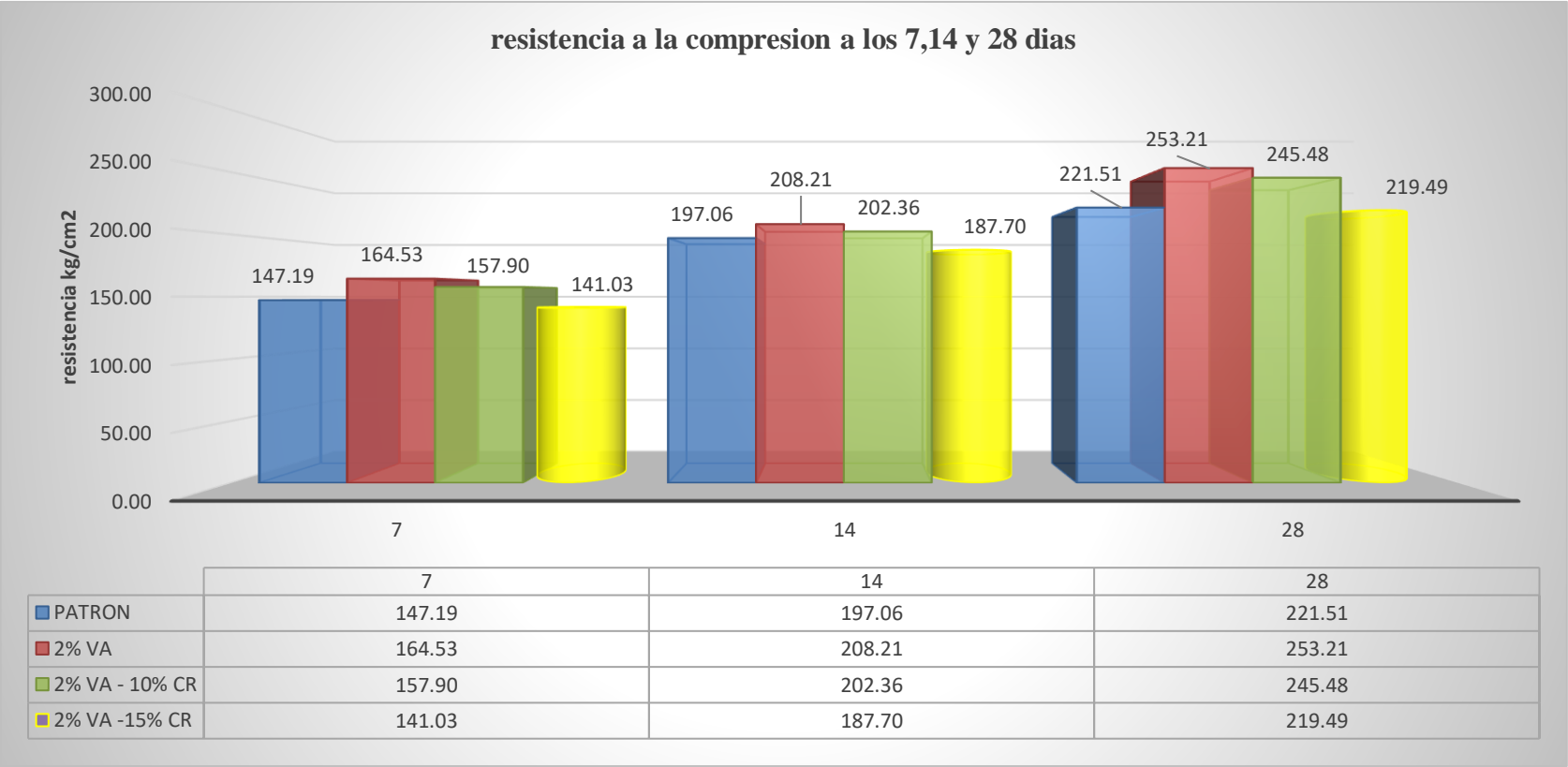


Figura 22. Resistencia alcanzada a la compresión a los 7,14 y 28 días

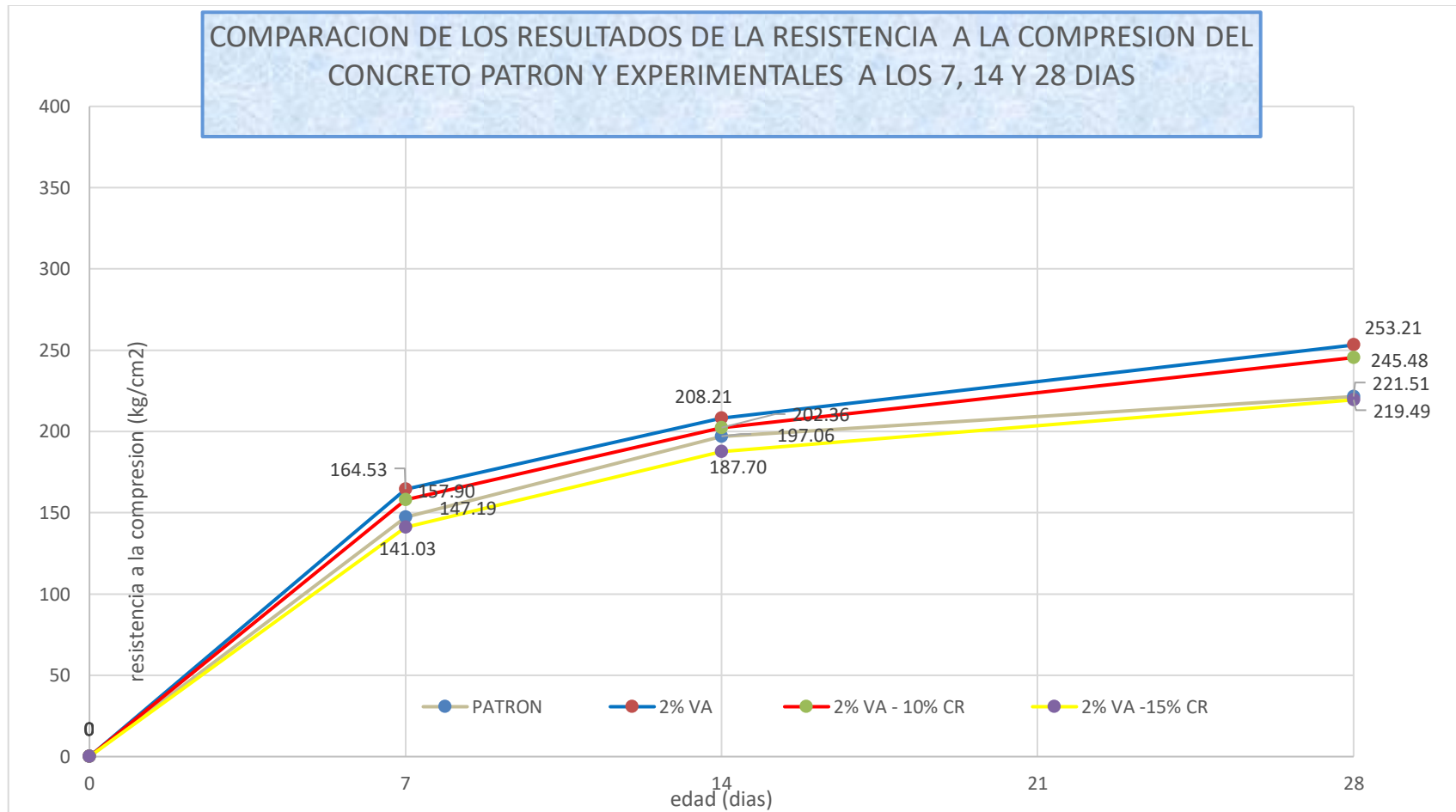


Figura 23. Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimentales a los 7,14 y 28 días

3.4.4 Aumento o disminución de la resistencia con adición de viruta de acero y sustitución del concreto reciclado respecto a la obtenida con el patrón

Para determinar si la resistencia a la compresión relativa a la resistencia a la compresión de la muestra después de la compresión aumenta o disminuye en función de su edad y el porcentaje de escombros y el porcentaje de concreto reciclado, la fórmula utilizada para calcular el resultado es la siguiente:

$$\% \text{Aumento} = \frac{\text{Resistencia adicionado VA y sustituido CR} - \text{Resistencia Patron}}{\text{Resistencia Patron}} * 100$$

Tabla 33. % de aumento de resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días

probetas - días	resistencia kg/cm2			% de aumento de resistencia (kg/cm2)		
	7	14	28	7	14	28
PATRON	147.19	197.06	221.51	0%	0%	0%
2% VA	164.53	208.21	253.21	12%	6%	14%
2% VA y 10% CR	157.90	202.36	245.48	7%	3%	11%
2% VA y 15% CR	141.03	187.70	219.49	-4%	-5%	-1%

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

3.5 Análisis de varianza para determinar las diferencias de las resistencias de los concretos patrón y experimentales $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 34. Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Días de curado	13601.414	2	6800.707	270.094	0.000	5.143
Sustitución	1274.206	3	424.735	16.869	0.002	4.757
Error	151.074	6	25.179			
Total	15026.695	11				

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales-USP

En la presente tabla observamos, el análisis de varianza cuyos valores de las probabilidades son iguales a (0.000 y 0.002), con lo cual podemos concluir con nivel de 5% de significancia que las resistencias medidas en kg/cm^2 logradas por las probetas del concreto patrón y los concretos experimentales con la sustitución del 2% VA, 2% VA y 10% CR y 2% VA y 15% CR según la tabla N°37 son diferentes. Así mismo al comparar los valores de la $F_{\text{calculada}}$ y $F_{\text{crítico}}$, tal como se puede ver en la presente Tabla ($270.094 > 5.143$ y $16.869 > 4.757$), indican que existen diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales, debido a los días de curado y también a raíz de la adición y sustitución.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de la resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días

Analizando los resultados de los esfuerzos realizados a las muestras frente a las 7, 14 y 28 días se puede apreciar que la muestra que alcanza el mayor esfuerzo es con la adición de 2% de viruta de acero alcanzando una resistencia de 164.53 kg/cm² a los 7 días, 208.21 kg/cm² a los 14 días y 253.21 kg/cm² a los 28 días, este aumento es debido a que las fibras de viruta de acero mejora las propiedades del concreto ya que estas virutas de acero presentan una buena adherencia a la pasta del concreto y alto alargamiento a la ruptura ya que al distribuirse uniformemente en la mezcla de concreto ejerce una acción de refuerzo muy eficaz en la respuesta a determinadas acciones y actúan como una armadura tridimensional reduciendo las tensiones aplicadas a elemento estructural aumentando así su resistencia, y además las fibras de viruta de acero proporciona un mejor comportamiento de la estructura y de esta forma reduce la formación de fisuras, por lo cual esta muestra con la adición de 2% de viruta de acero es la más óptima en el diseño de concreto ya que fue superior que a los demás muestras.

La adición de 2% de viruta de acero respecto al peso de los agregados y sustitución del agregado grueso en 10% por el agregado de concreto reciclado alcanza una resistencia de 157.90 kg/cm² a los 7 días, 202.36 kg/cm² a los 14 y 245.48 a los 28 días lo cual es menor que la primera muestra, esta disminución de su resistencia se debe porque contiene un 10% de agregado de concreto reciclado ya que las propiedades físicas del agregado reciclado no son iguales que un agregado natural si no que son inferiores debido a que contiene la pasta de cemento adherido y esto hace que sea más rugoso y poroso y además la absorción de agua del agregado reciclado presenta una mayor adherencia que el agrado natural y también influye mucho de donde proviene el agregado reciclado. Pero se pudo demostrar que este tipo de concreto si es factible para el diseño de mezcla ya que los resultados que obtuvimos fue superior a los valores del patrón.

con respecto a la adición de 2% de viruta de acero respecto al peso de los agregados y sustitución del agregado grueso en 15% por el agregado de concreto reciclado se pudo apreciar que la resistencia es inferior que el patrón alcanzando una resistencia de 141.03 kg/cm² a los 7 días 187.70 kg/cm² a los 14 días y 219.49 a los 28 días esto se debe porque la muestra contiene un 15% de agregado reciclado como ya hemos mencionado anterior mente las propiedades físicas del agregado reciclado no son iguales que un agregado natural por lo cual si se sustituye el agregado reciclado en mayor cantidad de porcentaje respecto al agregado natural disminuye su resistencia pero sin embargo esta muestra fue superior a la resistencia 210kg/cm² que es la requerida en el diseño de mezcla por lo cual también es factible para utilizar este tipo de concreto .

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al análisis obtenido en el laboratorio del PH para la muestra de viruta de acero y sus combinaciones se puede concluir que las muestras realizadas contienen alcalina

La relación A/C tanto para el patrón y experimentales es de 0.68 ya que cuando se realizó la prueba del SLUMP las muestras estuvieron en un rango de 3" a 4" por lo cual se mantuvo esa misma relación de A/C planteada en el diseño de mezcla y por lo cual no fue necesario modificar.

La mezcla con la adición de la viruta de acero en un 2% respecto al peso de los agregados tiene una resistencia a la compresión más alta y uniforme superando al patrón en un 14% a los 28 días y llegando a una resistencia de $f_c=253.21 \text{ kg/cm}^2$ por lo cual esta mezcla es lo más idóneo para utilizar en la fabricación del concreto.

La mezcla con la adición de la viruta de acero en un 2% respecto al peso de los agregados y sustitución en un 10% del agregado grueso por el agregado de concreto reciclado, según los resultados obtenidos a los 7, 14 y 28 días también demuestra que si es factible poder utilizar en este porcentaje en la fabricación del concreto ya que fue superior a los valores de diseño del patrón

La mezcla con la adición de la viruta de acero en un 2% respecto al peso de los agregados y sustitución en un 15% del agregado grueso por el agregado de concreto reciclado según los resultados obtenidos a los 7, 14, y 28 días se pudo observar que es inferior a la resistencia del patrón pero sin embargo es superior a la resistencia requerida de diseño

De manera general se concluye que si cumple la hipótesis ya que con los datos obtenidos después de haber realizado las pruebas con los distintos porcentajes con adición y sustitución a la mezcla si es posible utilizar en la construcción en diversos tipos de elementos estructurales ya que superaron la resistencia de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días y que su comportamiento es igual que un concreto convencional e incluso alcanza mejores resistencias y de esta manera al utilizar la

viruta y agregado reciclado se reduce de alguna manera la contaminación y los costos ya que este tipo de concreto es más barato que el concreto tradicional

En el cuadro ANOVA se ve que el análisis de varianza que cuyos valores de las probabilidades son iguales a (0.000 y 0.002), con lo cual podemos concluir con nivel de 5% de significancia que las resistencias medidas en kg/cm^2 logradas por las probetas del concreto patrón y los concretos experimentales con la sustitución del 2% VA, 2% VA y 10% CR y 2% VA y 15% CR son diferentes. Así mismo al comparar los valores de la $F_{\text{calculada}}$ y $F_{\text{crítico}}$, es de ($270.094 > 5.143$ y $16.869 > 4.757$), lo cual indica que existen diferencias significativas entre las resistencias a la compresión del concreto patrón y las experimentales, debido a los días de curado y también a raíz de la adición y sustitución.

Recomendaciones:

El uso de concreto con la adición de 2% VA y una resistencia a la compresión de $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, puede ser recomendable para usos de concreto estructural en casos especiales donde se necesita una alta resistencia.

La utilización de concreto con una proporción de 2% VA Y 10% CR y también de 2% VA Y 15% CR con una resistencia a la compresión de $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, puede ser recomendable para usos de concreto en general columnas vigas pisos, sobre cimientos, veredas, etc. Ya que según los valores que se obtuvieron superaron el valor buscado a los 28 días

Con estos resultados obtenidos y algunos estudios posteriores también existe la posibilidad de trabajar en construcciones que necesiten una rápida evolución de resistencia a edades muy tempranas.

Se puede realizar estudios con diferentes porcentajes de adición de viruta de acero y sustitución del agregado grueso natural por de agregado de concreto reciclado ya que se pudo demostrar que con los porcentajes mencionados anteriormente en este tesis se pudo llegar a los 28 días a 100 % y un poco más su resistencia

Se recomienda adelantar estudios con diferentes valores de f_c y realizar pruebas aparte de compresión como pueden ser a flexión, tracción entre otras para poder verificar que si ayuda a mejorar la resistencia en estos aspectos o no

Se recomienda que a la hora de obtener la viruta de acero y el concreto reciclado se tiene que verificar su origen y que no contengan sustancias perjudiciales que puedan afectar al concreto

Las fibras de acero mejoran la durabilidad y las propiedades mecánicas del concreto aumentando la resistencia ya que su uso es de rápida aplicación asegurando un refuerzo inmediato, también el concreto reciclado tiene similares características que el agregado natural por cual se puede recomendar al futuro que las empresas constructoras y otras identidades que se encargan a la producción del concreto puedan utilizar estos dos materiales en la fabricación del concreto para poder así evitar un poco la contaminación que va afectando al mundo

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abando Castillo, Flavio (2000). Tecnología del concreto. Lima-Perú: versión de San Marcos.
- Tafo Arriaga. L (2013), utilizando agregados de hormigón reciclado sin tratar en elementos estructurales de hormigón. [Tesis]. Universidad Julio Gallavito, Universidad de Columbia
- Céspedes García, Marco Antonio (2003). Resiste la compresión del hormigón por la frecuencia de pulsos ultrasónicos. Universidad de Piura. Perú.
- Delgado Rúgeles, R. y Delgado Rúgeles, E. (2008), aumentan la flexibilidad del hormigón al agregar cizallas de acero con un porcentaje de 6, 8, 10, 12 y 14% con respecto al agregado fino de la mezcla. La tesis ganó el título de ingeniero civil. Universidad Bolívar Bucaramanga
- García (2008) mejoramiento del concreto con la adición de viruta de acero a porcentajes de 12 y 14% respecto al agregado fino de la mezcla. Tesis, Universidad Bolivariana seccional Bucaramanga. Recuperado de https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/299/digital_15954.pdf?sequence=1
- Marbala Anabela (2008). Tiempo de fraguado del concreto. Universidad Nacional de Tecnología. Argentina.
- Guevara, H. J. (2008), Análisis comparativo del comportamiento de hormigón simple y hormigón armado con fibra de acero. La tesis elige el grado de ingeniero civil. Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú
- Gutiérrez Cristian (2010), la evaluación del desempeño del hormigón, ha sido reemplazada por una fina acumulación de trapos de acero. La tesis ganó el título de ingeniero civil. Universidad de los Andes del Cusco. Recuperado de

https://www.academia.edu/8799961/_evaluacion_del_comportamiento_del_concreto_al_que_se_ha_reemplazado_el_agregado_fino_por_viruta_de_acero_

Harmsen, Teodor E. (2005). Diseño de estructura de hormigón. 4ta ed. Fondo Editorial de la pontificia Universidad Católica.

Jordan Saldaña (Jordán Saldaña). J y Viera Caballero. N (2014), un estudio sobre la resistencia del hormigón, utilizando hormigón de construcción reciclado como agregado. La tesis ganó el título de ingeniero civil. Universidad Nacional San Chimote del Perú

Asociación Nacional de Concreto Premezclado. Sea específico en la práctica. ¿Que? ¿Por que? 900 Spring St., Spring Springs, MD 20910. www.nrmca.org.

Neville Adam M. (1999). Tecnología específica. Instituto Mexicano. Cemento y hormigón. México

Norma Técnica Peruana. NTP 400.053-concreto reciclado.1999

Agencia Nacional de Normalización y Certificación de Edificaciones y Edificaciones, NMX-C-059-ONNCCE (2006). Método de cemento de construcción hidráulico para determinar el tiempo definido del gelificante hidráulico (método secundario).

Pasquel Carbajal, Enrique (1998) .Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Colegio de ingenieros del Perú-consejo nacional.

Rivera Gerardo tecnología concreto y mortero. Universidad Del Cauca

Rudemo A. (1975) Development of strenghtproperties of hydrating cement pastes and their relation to structural features. Cembureau.

Rivva López, Enrique. (2007). Tecnología específica. Diseño mixto. segunda edicion.

Somayaji, Shan (1995). Civil engineering materials. Englewood cliffs, New Jersey. Prentice Hall. Primera edición.

Vanegas, C. J & Robles, C. J (2008), estudio experimental de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para su uso en edificaciones convencionales. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad de pontificia Javeriana Colombia

VII. ANEXOS Y APÉNDICES

ANEXO I

Panel fotográfico

- ❖ **viruta de acero obtenido de multiservicios Víctor AV. Confraternidad Internacional Oeste N°124-Huarupampa Huaraz**



Figura 24. Viruta de acero



Figura25. Recolectando la viruta de acero

- ❖ **concreto reciclado de las probetas del laboratorio de la universidad san pedro**



Figura 26. Probetas obtenidas del laboratorio

❖ **trituration de las probetas en la chancadora Ortiz con TMN $\frac{3}{4}$**



Figura 27. Chancadora



Figura 28. Disminución de las probetas para introducir a la chancadora

❖ **Agregado grueso (piedra chancada) y agregado grueso de la cantera tacllan Huaraz ”**



Figura 29. Recolectando el agregado grueso



Figura 30. Recolectando el agregado Fino

❖ Contenido de humedad



Figura 31. Pesando el agregado grueso (piedra chancada)



Figura 32. pesando el agregado fino



Figura 33. Pesando el agregado grueso (concreto reciclado)



Figura 34. Introducido al horno las muestras por 24 horas

❖ **Peso unitario volumétrico**



Figura 35. Llenando el recipiente con el agregado



Figura 36. Enrasando la superficie con un regla



Figura 37. Enrasando con una regla el agregado fino



Figura 38. Pesando el agregado más el recipiente

❖ gravedad específica y absorción de los agregados



Figura 39. Pesando el agregado fino para el ensayo



Figura 40. Muestra de agregado fino sumergida en agua



Figura 41. Peso seco de la arena



Figura 42. Colocando el agregado fino a la fiola



Figura 43. Fiola con agregado más agua



Figura 44. Peso de la fiola con agua y arena



Figura 45. Secado del agregado grueso para llegar al estado SSS



Figura 46. Pesando La malla

❖ analisis granulometrico



Figura 47. Lavando la muestra del agregado fino



Figura 48. Tamices para realizar el tamizado



Figura 49. Tamizando la muestra



Figura 50. agregado grueso

❖ Tamizaje de la viruta de acero



Figura 51. Realizando el tamizaje de la viruta de acero

❖ Elaboración de las probetas



Figura 52. Realizando la mezcla de concreto



Figura 53. Añadiendo la viruta de acero



Figura 54. Realizando la mezcla para la prueba del slump



Figura 55.. Realizando la prueba del slump



Figura 56. Realizando la medición del slump



Figura 57. Realizando el vaciado de las probetas



Figura 58. Eliminando el aire atrapado



Figura 59. Vaciado de las 36 probetas

❖ Ruptura de las probetas a los 7 días



Figura 60. Puesto la probeta a la compresora para su ruptura



Figura 61. Probeta rota a los 7 días



Figura 62. Colocando la probeta para su ruptura



Figura 63. Probeta rota a los 7 días

❖ **Ruptura de las probetas a los 14 días**



Figura 64. Probetas para su ruptura a los 14 días



Figura 65. Colocando la probeta para su ruptura



Figura 66. Realizando la ruptura de la probeta a los 14 días



Figura 67. Probeta rota a los 14 días

❖ Ruptura a los 28 días



Figura 68. Colocando la probeta para su ruptura



Figura 69. Probeta rota a los 28 días

ANEXO II



DISEÑO DE MEZCLA FC=210 KG/CM2 MÉTODO ACI

1. Especificaciones

Método: ACI
Resistencia a los 28 días: 210 kg/cm²

2. Materiales

Cemento		
Tipo y marca	tipo 1 sol	
peso	42.5	Kg
peso específico (P e)	3.15	gr/cm ³

Agua
Agua potable que cumpla la NTP 338.88

Agregado Fino cantera (tacllan)		
peso específico (P e)	2.65	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1272.57	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1450.89	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	5.03	%
absorción %(Abs)	2.04	%
módulo de fineza (MF)	2.7	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAJO DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544
JEFE

Agregado Grueso (piedra chancada) cantera tacllan		
peso específico (P e)	2.64	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1492.76	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1563.98	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	0.16	%
Absorción% (Abs)	0.83	%
módulo de fineza (MF)	7.31	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

3. Resistencia promedio

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

4. Selección del TMN

3/4" (piedra chancada)

5. Selección del asentamiento.

Slump 3" a 4"

6. Volumen unitario de agua

Para un asentamiento de 3" @ 4" sin aire incorporado y TMN 3/4"

Volumen unitario del agua es = 205 lt/m³

7. Contenido de aire

Para TMN 3/4" corresponde 2%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

8. Relación agua-cemento a/c

Para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$F'c$ A/C

250 0.62

210 x

200 0.70

$$X = 0.684$$

$$A/c = 0.684$$

9. Contenido de cemento

Cemento $205/0.684 = 299.71 \text{ kg/m}^3$

Factor cemento 7.05 bls/m^3

10. Contenido de agregado grueso

Para MF de: 2.7 y TMN $\frac{3}{4}$ "

Volumen agregado grueso

2.60 0.64

2.70 X

2.80 0.62

$$X = 0.63$$

Peso del agregado grueso $0.63 \times 1563.98 = 985.30 \text{ kg/m}^3$

11. Cálculo de volúmenes absolutos

$$\text{Cemento} \quad \frac{299.71}{3.15 \times 1000} = 0.095 \text{ m}^3$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENYUENAS DE SUELOS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

Agua	$\frac{205}{1 \times 1000} =$	0.205	m ³
Aire Atrapado	2 % =	0.02	m ³
Agregado Grueso	$\frac{985.30}{2.64 \times 1000} =$	0.373	m ³
suma=		<u>0.693</u>	m ³

12. Contenido de Agregado Fino

Volumen del agregado fino $1 - 0.693 = 0.307 \text{ m}^3$

Peso del agregado fino seco $= 0.307 \times 2.65 \times 1000 = 811.68 \text{ kg/m}^3$

13. Valores de diseño

Cemento = 299.71 kg/m³

Agua de diseño = 205 lt/m³

Agregado fino seco = 811.68 kg/m³

Agregado grueso seco = 985.30 kg/m³

14. Corrección por humedad de los agregados

Agregado grueso $985.30 \times ((0.16/100)+1) = 986.91 \text{ kg/m}^3$

Agregado fino $811.68 \times (5.03/100)+1) = 852.47 \text{ kg/m}^3$

❖ Humedad superficial (ch%-abs%)

Agregado grueso $0.16 - 0.83 = -0.67\%$

Agregado fino $5.03 - 2.04 = 2.99\%$

❖ Aporte de humedad de los agregados

Agregado grueso $(985.30 \times -0.0067) = -6.59$

Agregado fino $(811.68 \times 0.0299) = 24.23$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ESTADO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116644
JEFE

$$\Sigma T = 17.64$$

Agua efectiva $205 - 17.64 = 187.4 \text{ lt/m}^3$

❖ **Pesos de materiales corregidos por humedad**

- Cemento = 299.71 kg/m^3
- Agua efectiva = 187.4 l/m^3
- Agregado fino húmedo = 852.47 kg/m^3
- Agregado grueso húmedo = 986.91 kg/m^3

15. Proporción en peso

Seco $299.71/299.71$: $811.68/299.71$: $985.30/299.71$: 29.07 lt/bl
1 : 2.71 : 3.29

Húmedo $299.71/299.71$: $852.47/299.71$: $986.91/299.71$: 26.57 lt/bl
1 : 2.84 : 3.29

Cemento AF AG agua

16. Determinación de los pesos por tando de un saco

Cemento $1 \times 42.50 = 42.5 \text{ kg/bl}$

Agua efectiva $26.57 = 26.57 \text{ lt/bl}$

AF húmedo $2.84 \times 42.5 = 120.88 \text{ kg/bl}$

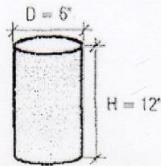
AG húmedo $3.25 \times 42.5 = 139.95 \text{ kg/bl}$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MATERIALES DE SUELOS Y
AGREGADOS
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116644
JEFE

17. Calculando la cantidad necesaria para el diseño para 9 probetas

Volumen de una probeta



$$V = (\pi \times (D)^2) / 4 \times H$$

$$V = (\pi \times (0.15)^2) / 4 \times 0.30 = 0.005301 \text{ m}^3$$

$$v = 0.005301 \times 9 = 0.0477 \text{ m}^3$$

$$v = 1.20 \times 0.0477 = 0.0573 \text{ m}^3$$

$$\text{cemento} = 0.0573 \times 299.7 = 17.16 \text{ kg}$$

$$AF = 0.0573 \times 852.47 = 48.81 \text{ kg}$$

$$AG = 0.0573 \times 986.91 = 56.51 \text{ kg}$$

$$\text{agua efectiva} = 0.0573 \times 187.4 = 10.73 \text{ lt}$$

$$\Sigma = 133.20 \text{ kg}$$

Diseño de mezcla $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (viruta de acero 0% y concreto reciclado 0%)	
Materiales	Cantidad (kg)
Cemento	17.16 kg
Agregado fino	48.63 kg
Agregado grueso	56.51 kg
Agua efectiva	10.73 lt



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
ENRAJES DE VEHÍCULOS
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

6



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Diseño de mezcla $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (viruta de acero 2%)	
Materiales	Cantidad (kg)
Cemento	17.16 kg
Agregado fino	48.63 kg
Agregado grueso	56.51 kg
Agua efectiva	10.73 lt
Viruta de acero	2.11 kg



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
Nuevo Chimbote Av. Pacífico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO RECICLADO

a) Aporte del agregado reciclado

Porcentaje de aporte del agregado reciclado 10%

1. Especificaciones

Método: ACI
Resistencia a los 28 días: 210 kg/cm²

2. Materiales

Cemento		
Tipo y marca	tipo I sol	
peso	42.5	Kg
peso específico (P e)	3.15	gr/cm ³

Agua	
Agua potable que cumpla la NTP 338.88	

Agregado Fino cantera (tacllan)		
peso específico (P e)	2.65	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1272.57	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1450.89	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	5.03	%
absorción %(Abs)	2.04	% **
módulo de fineza (MF)	2.7	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAJES DE MATERIALES
Elizabeth Maza Ambrosio
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

8



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Agregado Grueso (piedra chancada) cantera tacllan		
peso específico (P e)	2.64	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1492.76	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1563.98	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	0.16	%
Absorción% (Abs)	0.83	%
módulo de fineza (MF)	7.31	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

agregado grueso (agregado reciclado)		
peso específico (P e)	2.67	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1,181.63	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1.326.80	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	4.32	%
Absorción% (Abs)	4.97	%
módulo de fineza (MF)	7.11	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

b) Valores de diseño

agregado grueso resultante		
peso específico (P e)	2.64	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1461.65	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1540.26	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	0.58	%
Absorción% (Abs)	1.25	%

9



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

módulo de fineza (MF)	7.30	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

3. Resistencia promedio

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

4. Selección del TMN

3/4" (piedra chancada)

5. Selección del asentamiento.

Slump 3" a 4"

6. Volumen unitario de agua

Para un asentamiento de 3" @ 4" sin aire incorporado y TMN 3/4"

Volumen unitario del agua es= 205 lt/m³

7. Contenido de aire

Para TMN 3/4" corresponde 2%

8. Relación agua-cemento a/c

Para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

F'c	A/C
250	0.62
210	x
200	0.70

$$X = 0.684$$

$$A/c = 0.684$$

9. Contenido de cemento



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE CÁMERA DE BUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIAS
Ing. Elizaveth Maiza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

Cemento 205/0.684 = 299.71 kg/m³
Factor cemento 7.05 bls/m³

10. Contenido de agregado grueso

Para MF de: 2.7 y TMN ¾"

Volumen agregado grueso

2.60	0.64
2.70	X
2.80	0.62

X=0.63

Peso del agregado grueso 0.63 x 1540.26 = 970.36 kg/m³

11. Calculo de volúmenes absolutos

Cemento	$\frac{299.71}{3.15 \times 1000} =$	0.095	m ³
Agua	$\frac{205}{1 \times 1000} =$	0.205	m ³
Aire Atrapado	2 % =	0.02	m ³
Agregado Grueso	$\frac{970.36}{2.64 \times 1000} =$	0.367	m ³
suma=		<u>0.687</u>	m ³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

12. Contenido de Agregado Fino

Volumen del agregado fino $1-0.687 = 0.313 \text{ m}^3$

Peso del agregado fino seco $= 0.313 \times 2.65 \times 1000 = 827.95 \text{ kg/m}^3$

13. Valores de diseño

Cemento = 299.71 kg/m³

Agua de diseño = 205 lt/m³

Agregado fino seco = 827.95 kg/m³

Agregado grueso seco = 970.36 kg/m³

14. Corrección por humedad de los agregados

Agregado grueso $970.36 \times ((0.58/100)+1) = 975.98 \text{ kg/m}^3$

Agregado fino $827.95 \times ((5.03/100)+1) = 869.56 \text{ kg/m}^3$

❖ Humedad superficial (ch%-abs%)

Agregado grueso $0.58-1.25 = -0.67\%$

Agregado fino $5.03-2.04 = 2.99\%$

❖ Aporte de humedad de los agregados

Agregado grueso $(970.36 \times -0.0067) = -6.47$

Agregado fino $(827.95 \times 0.0299) = 24.76$

$$\Sigma T = 18.25$$

Agua efectiva $205 - 18.25 = 186.8 \text{ lt/m}^3$

❖ Pesos de materiales corregidos por humedad

- Cemento = 299.71 kg/m³
- Agua efectiva = 186.8 lt/m³
- Agregado fino húmedo = 869.56 kg/m³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
(CIP: 116544)
JEFE

- Agregado grueso húmedo = 975.98 kg/m³

15. Proporción en peso

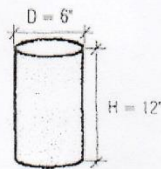
Seco	299.71/299.71	:	827.95/299.71	:	970.36/299.71	:	29.07 lt/bl
	1	:	2.76	:	3.24	:	
Húmedo	299.71/299.71	:	869.59/299.71	:	975.98/299.71	:	26.48lt/bl
	1	:	2.90	:	3.26	:	
Cemento			AF		AG		agua

16. Determinación de los pesos por tando de un saco

Cemento 1x 42.50 = 42.5 kg/bl
 Agua efectiva 26.48 = 26.48 lt/bl
 AF húmedo 2.90 x 42.5 = 123.31 kg/bl
 AG húmedo 3.26 x 42.5 = 138.40 kg/bl

18. Calculando la cantidad necesaria para el diseño para 9 probetas

Volumen de una probeta



$$V = (\pi \times (D)^2) / 4 \times H$$

$$V = (\pi \times (0.15)^2) / 4 \times 0.30 = 0.005301 \text{ m}^3$$

$$v = 0.005301 \times 9 = 0.0477 \text{ m}^3$$

$$v = 1.20 \times 0.0477 = 0.0573 \text{ m}^3$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HIRARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 LINEAS DE INVESTIGACIONES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

cemento = $0.0573 * 299.71 =$ 17.16 Kg
 AF = $0.0573 * 869.56 =$ 49.79 Kg
 AG = $0.0573 * 975.98 =$ 55.88 Kg
 agua efectiva = $0.0573 * 186.8 =$ 10.69 Lt
 $\Sigma =$ 133.52 Kg

Diseño de mezcla $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (viruta de acero 2% y concreto reciclado 10%)	
Materiales	Cantidad (kg)
Cemento	17.16 kg
Agregado fino	49.79 kg
Agregado grueso (piedra chancada)	50.29 kg
Agregado grueso (concreto reciclado)	5.6 kg
Agua efectiva	10.69 lt
Viruta de acero	2.11 kg



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

DISEÑO DE MEZCLA USANDO CONCRETO RECICLADO

a) Aporte del agregado reciclado

Porcentaje de aporte del agregado reciclado 15%

1 Especificaciones

Método: ACI

Resistencia a los 28 días: 210 kg/cm²

2. Materiales

Cemento		
Tipo y marca	tipo I sol	
peso	42.5	Kg
peso específico (P e)	3.15	gr/cm ³

Agua
Agua potable que cumpla la NTP 338.88

Agregado Fino cantera (tacllan)		
peso específico (P e)	2.65	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1272.57	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1450.89	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	5.03	%
absorción %(Abs)	2.04	%
módulo de fineza (MF)	2.7	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
SISTEMAS DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Agregado Grueso (piedra chancada) cantera tacllan		
peso específico (P e)	2.64	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1492.76	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1563.98	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	0.16	%
Absorción%(Abs)	0.83	%
módulo de fieneza (MF)	7.31	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

agregado grueso (agregado reciclado)		
peso específico (P e)	2.67	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1,181.63	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1,326.80	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	4.32	%
Absorción%(Abs)	4.97	%
módulo de fieneza (MF)	7.11	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

2 Valores de diseño

agregado grueso resultante		
peso específico (P e)	2.64	gr/cm ³
peso unitario suelto (PUSS)	1446.09	kg/m ³
peso unitario compactado (PUSC)	1528.40	kg/m ³
contenido de humedad %(CH)	0.79	%
Absorción%(Abs)	1.45	%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
L.S. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoeta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

módulo de fineza (MF)	7.30	
tamaño máximo nominal (TMN)	3/4"	

3. Resistencia promedio

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

4. Selección del TMN

3/4" (piedra chancada)

5. Selección del asentamiento.

Slump 3" a 4"

6. Volumen unitario de agua

Para un asentamiento de 3" @ 4" sin aire incorporado y TMN 3/4"

Volumen unitario del agua es= 205 lt/m³

7. Contenido de aire

Para TMN 3/4" corresponde 2%

8. Relación agua-cemento a/c

Para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f'c$	A/C
250	0.62
210	x
200	0.70

$$X = 0.684$$

$$A/c = 0.684$$



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
ENSAYO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



9. Contenido de cemento

Cemento 205/0.684 = 299.71 kg/m³

Factor cemento 7.05 bls/m³

10. Contenido de agregado grueso

Para MF de: 2.7 y TMN ¾"

Volumen agregado grueso

2.60 0.64

2.70 X

2.80 0.62

$$X=0.63$$

Peso del agregado grueso 0.63 x 1528.40 = 962.89 kg/m³

11. Calculo de volúmenes absolutos

Cemento	$\frac{299.71}{3.15 \times 1000} =$	0.095	m ³
Agua	$\frac{205}{1 \times 1000} =$	0.205	m ³
Aire Atrapado	2 % =	0.02	m ³
Agregado Grueso	$\frac{962.89}{2.64 \times 1000} =$	0.364	m ³
suma=		<u>0.684</u>	m ³



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 TICAL - HUAYAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE PRUEBAS DE SUELOS Y
 SEÑAL DE MANIFIESTOS

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

12. Contenido de Agregado Fino

Volumen del agregado fino $1-0.684= 0.316\text{m}^3$

Peso del agregado fino seco $= 0.316 \times 2.65 \times 1000 = 836.07 \text{ kg/m}^3$

13. Valores de diseño

Cemento = 299.71 kg/m^3

Agua de diseño = 205 lt/m^3

Agregado fino seco = 836.07 kg/m^3

Agregado grueso seco = 962.89 kg/m^3

14. Corrección por humedad de los agregados

Agregado grueso $962.89 \times ((0.79/100)+1) = 970.47 \text{ kg/m}^3$

Agregado fino $836.07 \times (5.03/100)+1) = 878.07 \text{ kg/m}^3$

❖ **Humedad superficial (ch%-abs%)**

Agregado grueso $0.79-1.45 = -0.67\%$

Agregado fino $5.03-2.04 = 2.99\%$

❖ **Aporte de humedad de los agregados**

Agregado grueso $(962.89 \times -0.0067) = -6.41$

Agregado fino $(836.07 \times 0.0299) = 24.96$

$$\Sigma T = 18.55$$

Agua efectiva $205-18.55 = 186.4 \text{ lt/m}^3$

❖ **Pesos de materiales corregidos por humedad**

- Cemento = 299.71 kg/m^3
- Agua efectiva = 186.4 lt/m^3
- Agregado fino húmedo = 878.09 kg/m^3
- Agregado grueso húmedo = 970.47 kg/m^3



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
TELMA - HUARAZ
AGENCIA DE PROMOCIÓN
UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA DE SUELOS Y
INGENIERÍA DE OBRAS DE OBRAS
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE



15. Proporción en peso

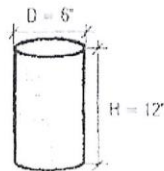
Seco	299.71/299.71	:	836.07/299.71	:	962.89/299.71	:	29.07 lt/bl
	1	:	2.79	:	3.21	:	
Húmedo	299.71/299.71	:	878.09/299.71	:	970.47/299.71	:	26.44 lt/bl
	1	:	2.93	:	3.24	:	
	Cemento		AF		AG		agua

16. Determinación de los pesos por tando de un saco

- Cemento 1x 42.50 = 42.5 kg/bl
- Agua efectiva 21.78 = 26.44 t/bl
- AF húmedo 2.23x 42.5 = 124.52 kg/bl
- AG húmedo 2.64x 42.5 = 137.62 kg/bl

19. Calculando la cantidad necesaria para el diseño para 9 probetas

Volumen de una probeta



$$V = (\pi \times (D)^2) / 4 \times H$$

$$V = (\pi \times (0.15)^2) / 4 \times 0.30 = 0.005301 \text{ m}^3$$

$$v = 0.005301 \times 9 = 0.0477 \text{ m}^3$$

$$v = 1.20 \times 0.0477 = 0.0573 \text{ m}^3$$

$$\text{cemento} = 0.0573 \times 299.71 = 17.16 \text{ kg}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PUEBLA - PERU
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIEROS DE SISTEMAS Y
 COMERCIO ELECTRONICO
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116644
 JEFE



$AF = 0.0573 * 878.09 = 50.28 \text{ kg}$
 $AG = 0.0573 * 970.47 = 55.56 \text{ kg}$
agua efectiva = $0.0573 * 188.1 = 10.68 \text{ lt}$
 $\Sigma = 133.68 \text{ kg}$

Diseño de mezcla $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (viruta de acero 2% y concreto reciclado 15%)	
Materiales	Cantidad (kg)
Cemento	17.16 kg
Agregado fino	50.28 kg
Agregado grueso (piedra chancada)	47.23 kg
Agregado grueso (concreto reciclado)	8.33 kg
Agua efectiva	10.77 lt
Viruta de acero	2.12 kg



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUAS - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA DE SUPERFICIES Y
 ESTRUCTURAS
 Ing. *[Signature]*
 Ing. César Ambrosio
 C.R. 11284
 Jefe

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
Nuevo Chimbote Av. Pacifico y Anchoqueta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. CRISPIN CARBAJAL HUMBERTO JULIO

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM² CON AGREGADO REICLADO Y ADICIONADO EN UN 2% DE VIRUTA DE ACERO

FECHA: 30/05/2019

FC: 210 KG/CM²

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm ²	FC/F'C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
1	2% VIRUTA DE ACERO	3,5	12/03/2019	19/03/2019	7	158,3	75,4
2	2% VIRUTA DE ACERO	3,5	12/03/2019	19/03/2019	7	169,7	80,8
3	2% VIRUTA DE ACERO	3,5	12/03/2019	19/03/2019	7	165,7	78,9
4	2% VIRUTA DE ACERO	3,5	12/03/2019	26/03/2019	14	201,8	96,1
5	2% VIRUTA DE ACERO	3,5	12/03/2019	26/03/2019	14	202,5	96,5
6	2% VIRUTA DE ACERO	3,5	12/03/2019	26/03/2019	14	220,4	104,9
7	2% VIRUTA DE ACERO	3,5	12/03/2019	09/04/2019	28	253,6	120,8
8	2% VIRUTA DE ACERO	3,5	12/03/2019	09/04/2019	28	260,1	123,9
9	2% VIRUTA DE ACERO	3,5	12/03/2019	09/04/2019	28	246,0	117,1

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FISIC - INGENIAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MATERIALES DE SUELOS Y
CONCRETO
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
D.P. 116544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. CRISPIN CARBAJAL HUMBERTO JULIO

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM2 CON AGREGADO RECICLADO Y ADICIONADO EN UN 2% DE VIRUTA DE ACERO

FECHA: 30/05/2019

F' C : 210 KG/CM2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA	DIAS		
1	2% VIRUTA DE ACERO Y 10% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	19/03/2019	7	141,4	67,3
2	2% VIRUTA DE ACERO Y 10% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	19/03/2019	7	169,5	80,7
3	2% VIRUTA DE ACERO Y 10% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	19/03/2019	7	162,9	77,6
4	2% VIRUTA DE ACERO Y 10% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	26/03/2019	14	192,7	91,8
5	2% VIRUTA DE ACERO Y 10% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	26/03/2019	14	199,0	94,8
6	2% VIRUTA DE ACERO Y 10% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	26/03/2019	14	215,4	102,6
7	2% VIRUTA DE ACERO Y 10% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	09/04/2019	28	243,0	115,7
8	2% VIRUTA DE ACERO Y 10% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	09/04/2019	28	259,8	123,7
9	2% VIRUTA DE ACERO Y 10% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	09/04/2019	28	233,7	111,3

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HEDRAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Amador
CIP: 116544
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
SOLICITA : BACH. CRISPIN CARBAJAL HUMBERTO JULIO

TESIS : RESISTENCIA DEL CONCRETO FC= 210 KG/CM2 CON AGREGADO RECICLADO Y ADICIONADO EN UN 2% DE VIRUTA DE ACERO

FECHA: 30/05/2019

F' C : 210 KG/CM2

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
1	2% VIRUTA DE ACERO Y 15% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	19/03/2019	7	141,1	67,2
2	2% VIRUTA DE ACERO Y 15% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	19/03/2019	7	142,7	67,9
3	2% VIRUTA DE ACERO Y 15% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	19/03/2019	7	139,4	66,4
4	2% VIRUTA DE ACERO Y 15% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	26/03/2019	14	190,9	90,9
5	2% VIRUTA DE ACERO Y 15% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	26/03/2019	14	171,8	81,8
6	2% VIRUTA DE ACERO Y 15% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	26/03/2019	14	200,4	95,4
7	2% VIRUTA DE ACERO Y 15% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	09/04/2019	28	227,1	108,1
8	2% VIRUTA DE ACERO Y 15% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	09/04/2019	28	216,3	103,0
9	2% VIRUTA DE ACERO Y 15% DE AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO	3,5	12/03/2019	09/04/2019	28	215,1	102,4

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma ASTM C-39

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 PUNTA - HUEHUAY
 FACULTAD DE INGENIERIA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES DE MATERIALES
 Y CONSTRUCCIONES
 Ing. Elizaveth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
TESIS	: " Resistencia del Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2% de Viruta de Acero"				
SOLICITA	: Bach. Crispin Carbajal Humberto				
DISTRITO	: HUARAZ			HECHO EN : USP -HUARAZ	
PROVINCIA	: HUARAZ			FECHA 30/05/2019	
PROG. (KM.)	:			ASESOR	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	:				
MUESTRA	: AGREGADO GRUESO, AGREGADO FINO				
PROF. (m)	:				
AGREGADO GRUESO					
N° TARRO		45	10		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1267,5	1222,5		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1265,3	1221,2		
PESO DE AGUA	(g)	2,20	1,30		
PESO DEL TARRO	(g)	172,50	165,0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1092,80	1056,2		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0,20	0,12		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	0,16			
AGREGADO FINO					
N° TARRO		17	30		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1033,0	1021,5		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	990,3	981,8		
PESO DE AGUA	(g)	42,70	39,70		
PESO DEL TARRO	(g)	165,00	168,0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	825,30	813,8		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5,17	4,9		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	5,03			
AGREGADO RECICLADO					
N° TARRO		13	35		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	981,0	1071,5		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	946,6	1034,6		
PESO DE AGUA	(g)	34,42	36,90		
PESO DEL TARRO	(g)	165,50	165,0		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	781,10	869,6		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4,41	4,2		
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	4,32			



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : **Bach. Crispin Carbajal Humberto**
 TESIS : " Resistencia del Concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2% de Viruta de Acero"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 30/05/2019

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire) **300,0**
 B : Peso de frasco+ agua **669,9**
 C = A + B : Peso frasco + agua +material **969,9**
 D : Peso de material+agua en el frasco **856,6**
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio **113,3**
 F : Peso Material seco en horno **294,0**
 G= E- (A - F) : Volumen de masa **107,30**

300,0		
669,9		
969,9		
856,6		
113,3		
294,0		
107,30		
2,04		
2,04		

ABSORCION (%) : $((A-F/F) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

PROMEDIO

2,59		
2,65		
2,74		

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,59
2,65
2,74



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FIDEL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ENSAYOS GENERALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Crispin Carbajal Humberto**
 TESIS : " Resistencia del Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2% de Viruta de Acero"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO
 FECHA : 30/05/2019

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

1126,5	994,0	1016,0
701,2	616,7	630,4
425,3	377,3	385,6
1112,8	987,0	1010,4
411,6	370,3	380,0
1,23	0,71	0,55
0,83		

ABSORCION (%) : $((A-D/D) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO

2,62	2,62	2,62
2,65	2,63	2,63
2,70	2,67	2,66

PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

2,62
2,64
2,68



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118644
 JEFE

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : **Bach. Crispin Carbajal Humberto**
 TESIS : " Resistencia del Concreto $f_c=210$ Kg/Cm2 con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2% de Viruta de Acero"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : RECICLADO
 MATERIAL : CONCRETO RECICLADO
 FECHA : 30/05/2019

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire)
 B : Peso de material saturado superficialmente seco (agua)
 C = A - B : Volumen de masa + volumen de vacios
 D : Peso de material seco en el horno
 E = C - (A - D) : Volumen de masa

1031,5	881,2	951,0
600,6	608,6	554,1
430,9	272,6	396,9
985,5	836,9	906,2
384,9	228,3	352,1
4,67	5,29	4,94
4,97		

ABSORCION (%) : $((A-D/D) \times 100)$
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = D/C
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/C
 P.e. Aparente (Base Seca) = D/E

PROMEDIO		
2,29	3,07	2,28
2,39	3,23	2,40
2,56	3,67	2,57

P.e. Bulk (Base Seca)
 P.e. Bulk (Base Saturada)
 P.e. Aparente (Base Seca)

PROMEDIO

2,55
2,67
2,93



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : **Bach. Crispin Carbajal Humberto**
 TESIS : " Resistencia del Concreto $f_c=210$ Kg/Cm2 con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2% de Viruta de Acero"
 LUGAR : HUARAZ
 CANTERA : TACLLAN
 MATERIAL : AGREGADO FINO
 FECHA : 30/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	6955	6940	6963
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	3535	3520	3543
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1273	1268	1276
Peso unitario prom.	1273 Kg/m3		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7435	7460	7448
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4015	4040	4028
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1446	1455	1451
Peso unitario prom.	1451 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Crispin Carbajal Humberto
TESIS : " Resistencia del Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2% de Viruta de Acero"
LUGAR : HUARAZ
CANtera : TACLLAN
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 30/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	27965	27950	27958
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	20494	20479	20487
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1493	1492	1493
Peso unitario prom.	1493 Kg/m ³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	28945	28925	28935
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	21474	21454	21464
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1565	1563	1564
Peso unitario prom.	1564 Kg/m ³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

PESOS UNITARIOS

SOLICITA : Bach. Crispin Carbajal Humberto
TESIS : " Resistencia del Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2% de Viruta de Acero"
LUGAR : HUARAZ
CANTERA : RECICLADO
MATERIAL : CONCRETO RECICLADO
FECHA : 30/05/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	23675	23700	23688
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	16204	16229	16217
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1181	1183	1182
Peso unitario prom.	1182 Kg/m³		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	25670	25690	25680
Peso de molde	7471	7471	7471
Peso de muestra	18199	18219	18209
Volumen de molde	13724	13724	13724
Peso unitario	1326	1328	1327
Peso unitario prom.	1327 Kg/m³		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

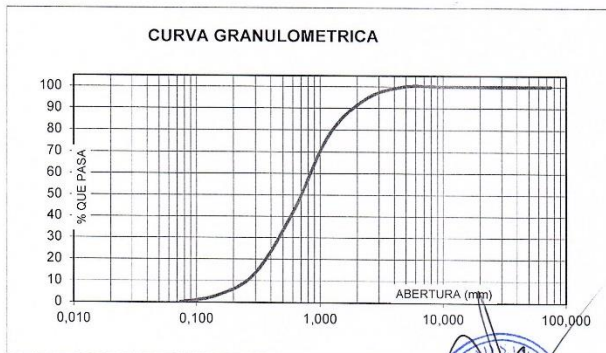
ANALISIS GRANULOMETRICO ARENA

SOLICITA : Bach. Crispin Carbajal Humberto
TESIS : " Resistencia del Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2% de Viruta de Acero"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 30/05/2019 **CANTERA :** TACLLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO

PESO SECO INICIAL	1802,3
PESO SECO LAVADO	1797,70
PESO PERDIDO POR LAVADO	4,60

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 8	2,360	101,90	5,65	5,65	94,35
N° 16	1,180	302,90	16,81	22,46	77,54
N° 30	0,600	645,70	35,83	58,29	41,71
N° 50	0,300	506,90	28,13	86,41	13,59
N° 100	0,150	183,10	10,16	96,57	3,43
N° 200	0,075	57,20	3,17	99,74	0,26
PLATO		4,60	0,26	100,00	0,00
TOTAL		1802,30	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8
 MODULO DE FINEZA : 2,7
 HUMEDAD : 5,30%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE PRUEBAS DE SUELOS Y
 MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

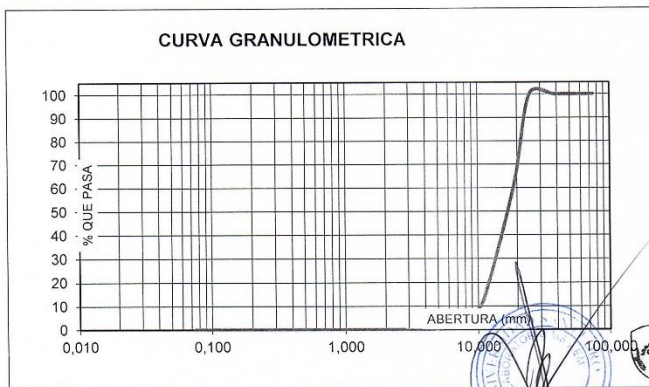
ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : **Bach. Crispin Carbajal Humberto**
 TESIS : " Resistencia del Concreto $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2% de Viruta de Acero"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 30/05/2019 CANTERA : TACLLAN MATERIAL : AGREGADO GRUESO

PESO SECO INICIAL	21624
PESO SECO LAVADO	21624,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75,000				
2 1/2"	63,000				
2"	50,000				
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	8258,00	38,19	38,19	61,81
1/2"	12,500	8411,00	38,90	77,09	22,91
3/8"	9,500	3417,00	15,80	92,89	7,11
N° 4	4,750	1494,00	6,91	99,80	0,20
N° 8	2,360	44,00	0,20	100,00	0,00
N° 16	1,180	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 30	0,600	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 50	0,300	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 100	0,150	0,00	0,00	100,00	0,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00	0,00
PLATO		0,00	0,00	100,00	0,00
TOTAL		21624,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 7,31
 HUMEDAD : 4,32%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FILIAL - HUARAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
 ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

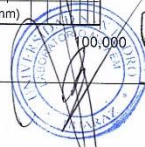
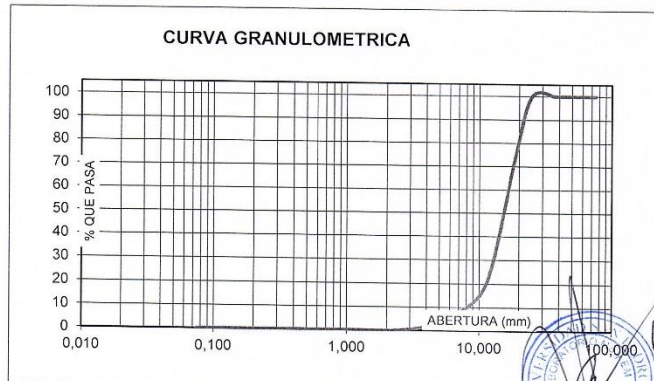
ANALISIS GRANULOMETRICO GRAVA

SOLICITA : **Bach. Crispin Carbajal Humberto**
 TESIS : " Resistencia del Concreto $f_c=210$ Kg/Cm² con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2% de Viruta de Acero"
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : 30/05/2019 CANTERA : RECICLADO MATERIAL : CONCRETO RECICLADO

PESO SECO INICIAL	13755
PESO SECO LAVADO	13755,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	0,00

TAMIZ	PESO RETEN	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE PASA
No	ABERT. (mm.)	(gr)	PARCIAL	ACUMULADO
3"	75,000			
2 1/2"	63,000			
2"	50,000			
1 1/2"	38,100	0,00	0,00	0,00
1"	25,000	0,00	0,00	0,00
3/4"	19,000	3366,00	24,47	24,47
1/2"	12,500	6622,50	48,15	72,62
3/8"	9,500	1943,50	14,13	86,75
N° 4	4,750	1416,00	10,29	97,04
N° 8	2,360	407,00	2,96	100,00
N° 16	1,180	0,00	0,00	100,00
N° 30	0,600	0,00	0,00	100,00
N° 50	0,300	0,00	0,00	100,00
N° 100	0,150	0,00	0,00	100,00
N° 200	0,075	0,00	0,00	100,00
PLATO		0,00	0,00	100,00
TOTAL		13755,00	100,00	100,00

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4"
 MODULO DE FINEZA : 7,08
 HUMEDAD : 4,32%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 HUÁRAZ
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia del Concreto $f_c = 210\text{Kg/cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2 % de Viruta de Acero”

TESISTA : Humberto Julio, Crispín Carbajal - Tesista

MUESTRA : Agregado Reciclado

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 26 - 06 -19

FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 27- 06 -19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANÁLISIS: 27- 06 - 19

Muestra	pH
Agregado Reciclado	9.55

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como Extremadamente alcalina

Huaraz, 28 de Junio del 2019.



Ing. M.Sc. GUINERMO CASILLAS BARRERA
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS TAGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia del Concreto $f_c = 210\text{Kg/cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2 % de Viruta de Acero”

TESISTA : Humberto Julio, Crispín Carbajal - Tesista

MUESTRA : Viruta de Acero

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 26 - 06 -19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 27- 06 -19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 27- 06 - 19

Muestra	pH
Viruta de Acero	7.37

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como ligeramente alcalina

Huaraz, 28 de Junio del 2019.

Ing. M.Sc. Gerónimo Castro Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia del Concreto $f_c = 210\text{Kg/cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2 % de Viruta de Acero”

TESISTA : Humberto Julio, Crispin Carbajal - Tesista

MUESTRA : 85 % de Agregado Natural + 15 % de agregado reciclado + 2 % de viruta de Acero

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 26 - 06 - 19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 27- 06 - 19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 27- 06 - 19

Muestra	pH
85 % de Agregado Natural + 15 % de agregado reciclado + 2 % de Viruta de Acero	9.08

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como Extremadamente alcalina

Huaraz, 28 de Junio del 2019.





RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: "Resistencia del Concreto $f_c = 210\text{Kg/cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2 % de Viruta de Acero"

TESISTA : Humberto Julio, Crispín Carbajal - Tesista

MUESTRA : 90 % de Agregado Natural + 10 % de agregado reciclado + 2 % de viruta de Acero

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 26 - 06 -19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 27- 06 -19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 27- 06 - 19

Muestra	pH
90 % de Agregado Natural + 10 % de agregado reciclado + 2 % de Viruta de Acero	8.98

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como Fuertemente alcalina

Huaraz, 28 de Junio del 2019.



[Handwritten Signature]
JEFES DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS



UNIVERSIDAD NACIONAL
“Santiago Antúnez de Mayolo”
“Una Nueva Universidad para el Desarrollo”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN
Telefax. 043-426588 - 106
HUARAZ – REGIÓN ANCASH



RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE pH

TITULO DE TESIS: “Resistencia del Concreto $f_c = 210\text{Kg/cm}^2$ con Agregado Reciclado y Adicionando en un 2 % de Viruta de Acero”

TESISTA : Humberto Julio, Crispín Carbajal - Tesista

MUESTRA : 100% de Agregado Natural + 2 % de viruta de Acero

LUGAR DE MUESTREO: Huaraz - Ancash

FECHA DE RECEPCIÓN: 26 - 06 -19

FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 27- 06 -19

FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 27- 06 - 19

Muestra	pH
100 % de Agregado Natural + 2 % de Viruta de Acero	8.68

ENSAYOS

1.- Determinación de pH

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomado por el cliente
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente

CONCLUSIONES

- El pH es calificado como Fuertemente alcalina

Huaraz, 28 de Junio del 2019.

Ing. C.A. Guillermo Castillo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS
DE SUELOS Y AGUAS