

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DE LA VIRUTA DE ACERO Y CONCRETO
RECICLADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR
UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO
CONVENCIONAL. LIMA 2020

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil



Autor:
Benjamín Aroñe Vasquez

Asesor:
Ing. César Guardia Calixtro

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Roberto y Rita que siempre me apoyaron y alentaron incondicionalmente para no rendirme y lograr a ser profesional.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a la Universidad Privada del Norte por haberme aceptado ser parte de ella para lograr estudiar mi carrera.

Agradezco también a mi asesor de tesis el Ing. César Guardia Calixto por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico y haberme guiado durante todo el desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema	46
1.3. Objetivos	47
1.4. Hipótesis	48
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	49
2.1. Tipo y diseño de la investigación	49
2.2. Población y muestra	50
2.3. Tecnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	53
2.4. Procedimiento	56
2.5. Aspectos éticos	69
CAPÍTULO III: RESULTADOS	70

CAPÍTULO IV: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES	103
4.1. Limitaciones	103
4.2. Discusiones	103
4.3. Conclusiones	104
4.4. Implicancias	106
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	108
ANEXOS	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clase de unidades de albañilería para fines estructurales	27
Tabla 2: Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas	30
Tabla 3: Formato para el análisis granulométrico	32
Tabla 4: Clasificación del Agregado fino de acuerdo con el valor del M.F.	33
Tabla 5: Concentración máxima en el agua de mezcla combinada	36
Tabla 6: Cantidad de materiales por 0.03 m ³ de concreto y proporciones para mezcla patrón	57
Tabla 7: Cantidad de materiales por 0.03 m ³ de concreto y proporciones para 10% MA	58
Tabla 8: Cantidad de materiales por 0.03 m ³ de concreto y proporciones para 20% MA	59
Tabla 9: Cantidad de materiales por 0.03 m ³ de concreto y proporciones para 25% MA	60
Tabla 10: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión entre el bloque elaborado y el bloque convencional	78
Tabla 11: Comparación del ensayo de resistencia a la compresión entre la pila elaborada y la pila de concreto convencional	82

Tabla 12: Valores de la resistencia a la compresión para cada tratamiento del diseño y en diferentes edades en unidades de ladrillos.	85
Tabla 13: Diseño de experimentos con un factor para las unidades de Concreto de ladrillos	86
Tabla 14: Resistencia a la compresión en unidades de ladrillos	87
Tabla 15: Resultados de la prueba de normalidad	89
Tabla 16: Resultados de la prueba de homogeneidad	90
Tabla 17: Resultados de la prueba ANOVA para un factor	91
Tabla 18: Prueba post hoc de tukey para la resistencia a la compresión en Unidades de ladrillos	91
Tabla 19: Tratamiento del diseño	95
Tabla 20: Diseño de experimentos con un factor para las pilas de ladrillos de concreto	96
Tabla 21: Resistencia a la compresión en pilas de ladrillos	97
Tabla 22: Pruebas de normalidad	99
Tabla 23: Resultados de la prueba de homogeneidad	100
Tabla 24: Resultados de la prueba ANOVA para un factor	100
Tabla 25: Prueba post hoc de tukey para la resistencia a la compresión en pilas de ladrillos	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Residuos de demolición	25
Figura 2: Probetas	25
Figura 3: Bloque de concreto de dos alveolos	26
Figura 4: Componentes de los bloques de concreto	28
Figura 5: Propiedades del cemento	29
Figura 6: Formato para curva granulométrica	32
Figura 7: Fraccionamiento y forma de las partículas de los agregados	35
Figura 8: Bloque de concreto sometido a compresión	37
Figura 9: Proceso productivo para obtener el árido reciclado	38
Figura 10: Proceso de reciclaje del concreto	39
Figura 11: Agregados reciclados	40
Figura 12: Consideraciones técnicas para el uso del árido reciclado	42
Figura 13: Matriz operacional	50
Figura 14: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado reciclado a los 7 días de curado	54
Figura 15: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado reciclado a los 14 días de curado	54
Figura 16: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado	

reciclado a los 28 días de curado	55
Figura 17: Resistencia a la compresión por pila de concreto a los 7 días de curado	55
Figura 18: Resistencia a la compresión por pila de concreto a los 14 días de curado	55
Figura 19: Resistencia a la compresión por pila de concreto a los 28 días de curado	56
Figura 20: Diseño de mezcla según el método ACI 211 del agregado global del concreto patrón	57
Figura 21: Diseño de mezcla según el método ACI 211 del agregado global del concreto con 10% de material agregado	58
Figura 22: Diseño de mezcla según el método ACI 211 del agregado global del concreto con 20% de material agregado	59
Figura 23: Diseño de mezcla según el método ACI 211 del agregado global del concreto con 25% de material agregado	60
Figura 24: Fibras de acero	61
Figura 25: Equipo utilizado para la trituración	62
Figura 26: Trituración de las probetas de concreto	62
Figura 27: Tamizado de los residuos de concreto	62

Figura 28: Proceso de elaboración del ensayo granulométrico del agregado reciclado	63
Figura 29: Proceso de pesado de materiales	63
Figura 30: Proceso de integrado de materiales en seco	64
Figura 31: Incorporación de agua, arena, cemento y piedra para la mezcla	64
Figura 32: Molde metálico del ladrillo de concreto	65
Figura 33: Proceso de fraguado de los bloques de concreto elaborados	66
Figura 34: Proceso de curado de los bloques de concreto elaborados	66
Figura 35: Proceso de almacenaje de los bloques elaborados	67
Figura 36: Dimensiones de las pilas elaboradas	68
Figura 37: Elaboración de las pilas con bloques de áridos reciclados	69
Figura 38: Ensayo granulométrico del agregado fino huso 89	70
Figura 39: Características físicas del agregado fino huso 89	71
Figura 40: Curva granulométrica del agregado fino huso 89	71
Figura 41: Ensayo granulométrico del agregado grueso huso 89	72
Figura 42: Características físicas del agregado grueso huso 89	72
Figura 43: Curva granulométrica del agregado grueso huso 89	73
Figura 44: Ensayo de compresión del bloque de concreto con agregado reciclado	74

Figura 45: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado reciclado a los 7 días	75
Figura 46: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado reciclado a los 14 días	76
Figura 47: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado reciclado a los 28 días	77
Figura 48: Pila instalada para ensayo	79
Figura 49: Resultados del ensayo de compresión de las pilas de bloques de agregado reciclado a los 7 días	80
Figura 50: Resultados del ensayo de compresión de las pilas de bloques de agregado reciclado a los 14 días	80
Figura 51: Resultados del ensayo de compresión de las pilas de bloques de agregado reciclado a los 28 días	81
Figura 52: Falla producida en el ensayo de la pila	82
Figura 53: Diagrama de cajas	87
Figura 54: Diagrama de cajas	97

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal, el de realizar un comparativo técnico de ladrillos de concreto con virutas de acero y concreto reciclado frente a ladrillos de concreto convencional tanto en pilas como en unidades, la metodología aplicada será de tipo descriptiva – comparativa y la investigación fue de un diseño experimental. Se empleó el cuadro de operacionalización de variables, teniendo como variable independiente los “ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado” y como variable dependiente o de respuesta las “propiedades mecánicas” que a través de una ficha técnica determinará las características y/o propiedades físico-mecánicas de la estructura y composición del producto final.

La muestra a analizar es de 9 ladrillos de concreto convencional, 9 pilas de concreto convencional y 27 ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado y 27 pilas de concreto y virutas de acero reciclado en su composición. Para decidir qué tipo de ladrillo conviene utilizar en la construcción de un murete de ladrillos de concreto, se planteó la hipótesis de que existe un efecto significativo en el aumento de las resistencias a la compresión de algún tratamiento frente al convencional ya sea en unidades o pilas, para probar esto se aplicó la prueba de análisis ANOVA de un factor y la prueba de Tukey que si existe un aumento significativo en la resistencia a la compresión de los ladrillos en pilas o unidades al aplicar el tratamiento con el 10% de concentración de virutas de acero y concreto reciclado.

Palabras clave: ladrillos de concreto con concreto reciclado, virutas de acero, fibras de acero, propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto.

ABSTRACT

The main objective of this research is to carry out a technical comparison of concrete bricks with steel shavings and recycled concrete compared to conventional concrete bricks both in piles and in units, the applied methodology will be descriptive - comparative and the research was of an experimental design. The operationalization of variables table was used, having as an independent variable the "concrete bricks and recycled steel shavings" and as a dependent or response variable the "mechanical properties" that through a technical sheet will determine the characteristics and / or properties physical-mechanical structure and composition of the final product.

The sample to be analyzed is 9 conventional concrete bricks, 9 conventional concrete piles and 27 recycled concrete and steel shavings and 27 recycled concrete and steel shavings in its composition. To decide what type of brick should be used in the construction of a concrete brick wall, it was hypothesized that there is a significant effect on the increase in compressive strength of some treatment compared to the conventional one, either in units or piles. To prove this, the one-factor ANOVA analysis test and not, resulting in a significance level of 5%, that if there is a significant increase in the resistance to compression of the bricks in stacks or units when applying the treatment with a 10% concentration of steel chips and recycled concrete.

Keywords: concrete bricks with recycled concrete, steel shavings, steel fibers, mechanical properties of concrete bricks

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Durante los últimos años el sector de la construcción ha crecido debido al aumento de la población demográfica. Según el INEI (2020); “la población en el 2007 fue de 28’ 220 764 habitantes y que para el 2020 se incrementó en 4’405 184 hab., es decir, un crecimiento de 15.6% respecto a la población total del 2007”, lo cual ha originado mayor inversión en la construcción, principalmente de viviendas. En Lima, la mayoría de las viviendas es de albañilería confinada y autoconstrucciones que emplean unidades de albañilería de arcilla y hormigón. En los siguientes párrafos se expone el impacto de la sobre-explotación de los agregados naturales utilizados para satisfacer la demanda del mercado y del efecto que genera los Residuos de Construcciones y Demoliciones (RCDs), en la ciudad de Lima Metropolitana. Por un lado, el impacto que genera la sobre-explotación de los agregados naturales se debe a la demanda que tiene esta materia prima en el sector de la construcción. En este aspecto el tema del costo y las propiedades de este tipo de material, son el factor fundamental por el que prima este poder adquisitivo. Según Rocha (2016) la explotación de los recursos naturales no renovables como los agregados naturales, tienden a escasear de un control adecuado al no tener un límite de extracción, ni tampoco un material normado que lo sustituya. El crecimiento de las ciudades es una etapa donde la construcción genera ingresos económicos para las empresas que se dedican a comercializar productos o

servicios relacionados con los agregados naturales. Es importante resaltar que, en el proceso de extracción indiscriminada de materiales de las canteras o ríos, incrementa la explotación, donde los más significativos son las arenas, los cuales son utilizados en grandes proporciones para la fabricación de concretos. Con ello, se produce la degradación paisajística, pérdida de flora y fauna, contaminación de las aguas subterráneas y superficiales. (Mallqui, 2019)

Por otro lado, los RCDs generan alto impacto negativo en Lima Metropolitana. Esto se refleja en dos principales factores, uno de ellos es la gran cantidad de material que diariamente se genera, otro factor es la inexistencia de plantas de reciclaje de RCDs. Con respecto al primero, los RCDs son generados por las demoliciones, durante el proceso constructivo y en las empresas que comercializan materiales para la construcción. Un claro ejemplo es lo observado en la planta concretera de la empresa Mixercon, donde diariamente acumulan un aproximado de 100 m³ de concreto, ya que en los mixeres que reparten concreto por lo general sobra alrededor de medio metro cubico como desperdicio.

Asimismo, en la actualidad existen materiales que se encargan en mejorar las propiedades del concreto, esto se logra introduciendo en la matriz del mismo, productos de origen industrial como: fibras metálicas, fibras de vidrio, fibras de carbono, fibras de polietileno entre otras. Existe un sinnúmero de materiales que se pueden utilizar para mejorar esta propiedad del concreto pero la más usada y de la cual se tiene productos comerciales son las fibras metálicas. Con el afán de contribuir al medio ambiente y a la vez mejorar las propiedades del concreto, se busca emplear materiales alternativos que son caracterizados como desechos o desperdicios. En nuestro caso usar el concreto reciclado y las fibras metálicas producida por los residuos metálicos con formas laminares comúnmente

llamados virutas, de los talleres mecánicos del cual se puede visualizar un campo de acción muy amplio dentro de la construcción. Analizando un poco el origen de estos residuos se determina que estas virutas son obtenidas de aceros de gran resistencia, superando incluso al acero de refuerzo convencional. Con estos puntos de vista nace la idea de analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con fibras de acero reciclado.

En esta investigación buscamos el mejoramiento de las propiedades del concreto tradicional, así como también beneficiar a la sociedad porque al utilizar materiales de reciclaje, reducirán los costos en la construcción logrando una buena eficiencia en el concreto, y así poder lograr una variación positiva a la resistencia. La recolección de la viruta metálica, es de bajo costo económico ya que es un material reciclable de desechos maquinados. De esta manera se plantea la inclusión y reutilización de la viruta metálica, con el fin de evaluar su comportamiento, aportando a la tecnología del concreto. En últimas, motivar al reciclaje para la elaboración del concreto, contribuyendo a la disminución de la contaminación ambiental.

Por ello, en esta investigación se propone la elaboración de ladrillos de concreto con virutas de acero y concreto reciclado. Con esta alternativa también se podría aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios y disminuir el uso de botaderos informales. Además, se plantearía la implementación de los Residuos de construcciones y demoliciones (RCDs) en el mercado para ser considerado como un material de construcción.

En base a los **antecedentes internacionales**, según Carrasco (2018), en la tesis “Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto ambiental”, trabajo de investigación realizada para la obtención del título de Ingeniero civil, en la Pontificia

Universidad Católica del Ecuador, cuyo, objetivo principal es determinar la viabilidad y sostenibilidad de bloques, elaborados a base de RCD, y cuyas conclusiones son las siguientes:

Los resultados experimentales demostraron que el bloque con mayor contenido de residuo 100% es el mejor, caracterizado con una resistencia a compresión de 4.04 MPa, superior a lo requerido en la norma (4.0 MPa); y con un porcentaje de absorción de 23.53 kg/m³, que es menor al porcentaje máximo en la norma (208 kg/m³). En la viabilidad económica, se puede concluir que el bloque con el mayor contenido de RCD (100% de residuo) es el de mayor rentabilidad dentro del mercado. Para ello, se ha considerado un TIR del 14% y un VAN anual de \$47,856.31, con un tiempo de retorno de inversión inicial de 10 años.

De acuerdo a Valencia y Quintana (2016) en la tesis “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO SIMPLE Y EL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO AL 12% Y 14%”, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, en la Universidad Católica de Colombia, y cuyo principal objetivo es Analizar el comportamiento del concreto simple y el concreto reforzado con adición de fibras de acero al 12 % y 14%, con el fin de conocer si existe una mejora en la capacidad de carga a la compresión , y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron las siguientes:

La adición de fibra de acero en los cilindros, incrementa la resistencia a la compresión, notándose que la mezcla con adición del 14% fue la más alta, obteniéndose una resistencia promedio de 4324 psi, superando en un 13,65% la capacidad de resistencia a la compresión de la mezcla de concreto sin adición. Asimismo, los cilindros sin adición

de fibra tuvieron una falla columnar, falla que no da tiempo a reacción porque se rompe el concreto en instante de segundos al llegar a su máxima resistencia, dejando los cilindros en estado total de daño. A diferencia de los cilindros reforzados con fibra los cuales presentan falla tipo cono y corte y corte cilíndrico que son unas fallas menos letales y que conservan un 80 % la forma del cilindro.

Para los antecedentes nacionales, se puede referir que según Iván Vásquez Gonzales, (2015), en la tesis titulada "COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE ACERO PARA UNA RESISTENCIA DE 500 Kg/cm²", investigación realizada para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional de Cajamarca, República del Perú, cuyo objetivo principal es evaluar cómo influye la adición de fibra de acero en el comportamiento mecánico del concreto para una resistencia de 500 kg/cm² y cuyas conclusiones son las siguientes:

La adición de fibra de acero, incrementa la resistencia a flexión en 157.20%, 180.50%, y 171.52%, para 20, 30 y 40 kg/m³ de fibra de acero respectivamente, comparados con el concreto patrón. Para el caso de la tracción indirecta el incremento es de el: 153.96%, 165.62%, 163.43%, para los casos con 20, 30 y 40 kg/m³ de fibra respectivamente, comparados con el concreto patrón. En Flexión el concreto incrementa en 137.21% con la adición de Sikament 290N, asimismo incrementa en 157.20%, 180.50%, y 171.52%, para 20, 30 y 40 kg/m³ de fibra de acero respectivamente comparados con el concreto patrón. En cuanto al costo - resistencia, a compresión el uso de fibra de acero resulta antieconómico, sin embargo, a tracción y flexión debido a la alta resistencia mecánica, el uso de 20 y 30 kg/m³ de fibra resulta más beneficioso que el concreto patrón, sin embargo, con 40 kg/m³ de fibra de acero se obtiene un concreto antieconómico.

De acuerdo a Espinoza Portal Evelin , (2018) , en la tesis titulado “Resistencia de concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica”, trabajo de investigación realizado para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad San Pedro en la ciudad de Cajamarca en la República del Perú , cuyo objetivo principal del trabajo de investigación es Determinar la resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica y cuyas conclusiones son las siguientes:

De acuerdo a los resultados y análisis, se concluye que las propiedades mecánicas de la viruta metálica es un material que no contiene ni absorbe agua, pero si ocupa 3.468 de peso específico más que el agregado fino. Del análisis de la composición química de la viruta metálica, se puede concluir que la viruta metálica tiene el Hierro (Fe) 80.748%, Silicio (Si) 6.988% y Aluminio (Al) 5.261%, como componentes más representativos del objeto de estudio y que el aporte del hierro (Fe) es de brindar aleaciones y grado de dureza, en cuanto a su uso en el concreto, reduce asentamiento, genera fraguados más lentos, otorga mayor resistencia a la flexión, ductilidad, resistencia a la fatiga, y al impacto. El Silicio (Si) influye positivamente en el concreto, la eliminación y oclusión de la porosidad, proporciona una ganancia de resistencia gradual, menor relación agua cemento. El aluminio (Al) no participa prácticamente en la resistencia mecánica, su presencia se debe a la necesidad de utilizar fundentes que contienen hierro, tiene calor de hidratación bajo. La relación agua cemento utilizada para realizar el diseño de mezcla de la probeta patrón fue de $a/c=0.684$ y al sustituir al agregado fino en 10% por viruta metálica fue $a/c = 0.760$ concluyendo que a pesar que la viruta no contiene agua ni absorbe, al sustituir al agregado fino por 10% de la viruta metálica, esta aumenta su relación a/c en 0.760. Las muestras

experimentales con la sustitución de 10% viruta metálica logro superar a la probeta de la resistencia patrón, está en un orden de 5.68%, 8.63% y 5.62% por encima con respecto al patrón de los 7, 14 y 28 días.

A continuación, presentamos algunas definiciones de términos básicos:

- Agregados: Son materiales granulares utilizados en construcción. Pueden ser naturales, manufacturados o reciclados (Villalaz, 2004).
- Agregado reciclado: Se refiere a agregados hechos a partir de RCD, RCD de concreto o concreto de desecho e incluye agregados finos y gruesos (Lund, 1999).
- Agregados de concreto reciclado: Se refiere a agregados hechos a partir de agregados reciclados (Lund, 1999).
- Concreto con agregados de desecho: Indica concreto con un contenido de agregados reciclados (Lund, 1999).
- Unidades de arcilla: Es un bloque hecho de arcilla o adobe, con o sin cocción. También se hacen de hormigón u otro tipo de mortero. Se utiliza principalmente para construir muros o tabiques (Hornbostel, 1999).
- Concreto fresco: Se refiere al concreto húmedo que no ha fraguado. También se le conoce como concreto en estado plástico (Gallegos y Casabonne, 2005).
- Reciclaje: Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente (Lund, 1999).

- Ensayo de compresión: Es un ensayo en el que se somete a una probeta a cargas compresivas. Se usa para estudiar el comportamiento de los materiales bajo ese estado de cargas (Beer, Johnston, & Mazurek, 2010).
- Mortero: El mortero es aquel que tiene a la función de asumir las inevitables irregularidades de las unidades y, sobre todo, la de unir las o adheridas con relativa estabilidad en el proceso constructivo (Gallegos y Casabonne, 2005).
- Arena: Es el nombre que se les da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, y cuyas partículas varían entre 2mm y 0,05mm de diámetro (Villalaz, 2004).
- Concreto reciclado: El concreto reciclado es aquel que utiliza en su preparación agregados que provienen parcial o completamente de agregados reciclados. Es decir, en su elaboración se utilizan concretos viejos que son triturados para convertirse en agregados. Se refiere al concreto de desecho o RCD de concreto desviado de las corrientes de desecho y reutilizado o recuperado para su uso en un nuevo producto (Lund, 1999).
- Concreto recuperado: Es el concreto que ha sido recuperado de concreto de desecho o RCD y que puede ser reutilizado o reciclado (Lund, 1999).
- Concreto residual: Se refiere al sobrante de concreto fresco en equipos y camiones ya sea en el sitio de producción del concreto premezclado o en el lugar de trabajo (Lund, 1999).
- RCD: Indica residuos de construcción y demolición. Incluye concreto, acero, vidrio, mampostería, asfalto y otros materiales que se encuentran en sitios de construcción o demolición; también en sitios de construcción de obras de ingeniería civil como vías y puentes (Lund, 1999).

- RCD de concreto: Identifica al concreto en todas sus formas encontrado en residuos de construcción y demolición. Incluye elementos de concreto, partes, piezas y bloques recuperados durante las actividades de construcción y demolición. Puede ser extraído directamente de los sitios o de los materiales de construcción y demolición una vez han sido separados (Lund, 1999).
- Reciclaje de concreto: Se refiere al proceso que pretende evitar el desecho del concreto, por ejemplo, en rellenos sanitarios o vertederos municipales (Lund, 1999).
- Tasa de recuperación: Se refiere a la cantidad de material que ha sido desviado de vertederos municipales para su reutilización o reciclaje. Nota: algunas de las cifras reportadas no discriminan entre la cantidad de material que ha sido recolectado para reciclaje y la cantidad real de material reciclado.
- Viruta de acero: La viruta de acero es el desecho o residuo generado por algunos procesos industriales de corte o torno, que generan algunas empresas dedicadas a la elaboración de partes aceradas como por ejemplo para automotores, este material se presenta en formas redondeadas, alargadas, planas, puntiagudas etc., se utilizara como componente adicional del concreto, buscando un porcentaje optimo que incremente las características de las mezclas. Existen diferentes clases de viruta que dependen generalmente del tipo corte realizado, del proceso de corte y del equipo con que se realicen estos cortes.
- Viruta continua: Este tipo de viruta, el cual representa el corte de la mayoría de materiales dúctiles que permiten al corte tener lugar sin fractura, es producido por velocidades de corte relativamente altas, grandes ángulos de ataque (entre 10° y 30°) y poca fricción entre la viruta y la cara de la herramienta. Las virutas continuas y largas pueden ser difíciles de

manejar y en consecuencia la herramienta debe contar con un rompe virutas que retuerce la viruta y la quiebra en tramos cortos.

- Viruta Continua con protuberancias: es el tipo de viruta que representa el corte de materiales dúctiles a bajas velocidades en donde existe una alta fricción sobre la cara de la herramienta. Esta alta fricción es causa de que una delgada capa de viruta quede cortada de la parte inferior y se adhiera a la cara de la herramienta. La viruta es similar a la viruta continua, pero la produce una herramienta que tiene una saliente de metal aglutinado soldada a su cara. Periódicamente se separan porciones de la saliente y quedan depositadas en la superficie del material, dando como resultado una superficie rugosa; el resto de la saliente queda como protuberancia en la parte trasera de la viruta.
- Viruta discontinua: Este caso representa el corte de la mayoría de los materiales frágiles tales como el hierro fundido y el latón fundido, para estos casos, los esfuerzos que se producen delante del filo de corte de la herramienta provocan fractura. Lo anterior se debe a que la deformación real por esfuerzo cortante excede el punto de fractura en la dirección del plano de corte, de manera que el material se desprende en segmentos muy pequeños. Por lo común se produce un acabado superficial bastante aceptable en estos materiales frágiles, puesto que el filo tiende a reducir las irregularidades.

Las virutas discontinuas también se pueden producir en ciertas condiciones con materiales más dúctiles, causando superficies rugosas. Tales condiciones pueden ser bajas velocidades de corte o pequeños ángulos de ataque en el intervalo de 0° a 10° para avances mayores de 0.2 mm. El incremento en el ángulo de ataque o en la velocidad de corte normalmente elimina la producción de la viruta discontinua.

- Muretes o pilas: Los muretes son especímenes de ensayo de por lo menos 600 mm de ancho por 600 mm de alto (Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales en la NTP 399.621, 2004), los cuales son construidos antes de la ejecución de una obra de albañilería confinada, por ende, son construidos con los mismos materiales, las mismas proporciones y las mismas condiciones que se pretende ejecutar la obra. El ensayo de estos muretes tiene como finalidad observar el comportamiento de la adherencia de ladrillo - mortero.

Concreto reciclado

El concreto reciclado es aquel que utiliza en su preparación agregados que provienen parcial o completamente de agregados reciclados. Es decir, en su elaboración se utilizan concretos viejos que son triturados para convertirse en agregados.

Normalmente estos agregados reciclados provienen de Residuos sólidos de la Construcción y Demolición (RCD), que son todos los desechos que se generan del sector de la construcción. Estos residuos incluyen varios materiales inertes y reactivos. El reciclaje de los RCD es un sector que es rentable y muy bien estructurado en los países europeos, donde se presenta insuficiencia de recursos naturales, por ello, se promueve el reciclaje desde hace muchos años. Todo ello, lleva a la necesidad de realizar mayores búsquedas sobre los agregados reciclados para conocer su comportamiento en la industria de la construcción, así mismo, conocer sobre su estructura y origen para lograr una mejor calidad de este material.

Clasificación de los desechos

Los desechos que son usados en el concreto reciclado provienen de diversas obras que han sufrido daños (debido a la mala planificación o por los desastres naturales

ocurridos), de obras que han sido demolidas, de desechos provenientes de la industria del concreto, entre otros. Debido a esto, se realizará una clasificación de acuerdo a sus características físicas.

Escombros: Son aquellos desechos sólidos que se generan por la demolición y/o destrucción de edificios, pavimentos de carreteras, reparación de puentes. Generalmente, este tipo de desechos está conformado por ladrillos, bloques, asfalto, concreto y residuos compuestos. La siguiente figura muestra la demolición de un edificio.



Figura 1: Residuos de demolición

Otros residuos: Son aquellos materiales que no provienen de escombros. Dentro de esta clasificación se encuentran los escombros que se producen en los laboratorios que realizan ensayos de compresión de ladrillos, tubos, probetas de concreto y desperdicios. Un ejemplo de este tipo de residuos son las probetas (figura 2).



Figura 2: Probetas

- **Bloques de concreto convencional**

Según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS) (2006) “se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo”. Según la norma, un bloque es la unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.



Figura 3: Bloque de concreto de dos alveolos

Fuente: Ferreterías Feyco, 2017

En la Figura 3 se muestra la forma de un bloque tradicional con dos alveolos. Reynaldo (2016) afirma que “el bloque hueco de concreto está conformado por agregados, cemento y agua, cuya sección neta determinada en cualquier plano transversal paralelo a la superficie de apoyo, es como máximo el 75% de la sección bruta determinada en el mismo plano”

- **Clasificación de Bloques de concreto**

Los Bloques de concreto se clasifican para muros portantes y no portantes, cada una con tolerancias en sus propiedades. Esta información la podemos encontrar en la Normativa Técnica Peruana (NTP) E 070.

Tabla 1

Clase de unidades de albañilería para fines estructurales

Clase	VARIACION DE LA DIMENSION (Máxima en %)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION f _b MINIMO EN Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Bloque P(1)	± 4	± 4	± 4	4	4.9(50)
Bloque NP(2)	± 4	± 4	± 4	6	3.0(20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Nota. Tipos de bloques para muros portantes y no portantes. Adaptado de la Norma

Técnica Peruana, por el MVCS (2006)

En la Tabla 1 se muestra la clase de bloques que considera la normativa peruana E 070. En esta investigación se pretende superar la resistencia para un bloque portante (P); es decir, se debe obtener una resistencia superior a los 50 kg/cm².

○ **Bloques de concreto Portantes (P)**

Las unidades de albañilería portante son utilizadas para la construcción de muros diseñados y construidos en forma que puedan transmitir cargas verticales y horizontales que resisten cargas máximas a 50 Kg/cm² como se detalla en la Tabla 1.

○ **Bloques de concreto no portantes (NP)**

Las unidades de albañilería no portantes son utilizadas para la construcción de muros diseñados que tienden a soportar solo las cargas que provienen de su propio peso y las

cargas transversales a su propio plano. Se pueden emplear para construcción, desde viviendas hasta edificaciones comerciales e industriales. Así como la tabiquería, cercos perimétricos y parapetos que resisten cargas máximas de 20 Kg/cm² como se detalla en la Tabla 1.

- **Composición de los bloques de concreto**

En las siguientes líneas se describirán las propiedades de los componentes de un bloque de concreto. Estos son el cemento, los agregados y el agua.



Figura 4: Componentes de los bloques de concreto

Fuente: De “bloques de concreto por Bloqeras .ORG (2017)

- **Cemento Portland Tipo I**

El cemento está compuesto de una mezcla de caliza y arcilla que fragua muy despacio y es muy resistente. En la siguiente figura se describirán las propiedades del cemento, las cuales son de gran importancia en la elaboración del concreto. Algunas de estas propiedades se pueden potenciar con el uso de aditivos según a los requerimientos del proyecto.

PROPIEDADES	DESCRIPCION
Finura	La finura del cemento portland incide directamente sobre sus propiedades. Así la fragua de los cementos es más rápida y el agrietamiento es más temprano, conforme sea más fino, entonces se interpreta que cuanto más aumenta el grosor del grano la exudación disminuye y la absorción se incrementa
Hidratación del cemento	Es el endurecimiento y fraguado del hormigón como resultado de procesos químicos y físicos entre el cemento Portland y el agua. El Clinker de cemento Portland contiene 4 compuestos químicos, que provienen de los minerales de Clinker, que son C3S=silicato tricíclico, C2S= silicato di cálcico, C3A= aluminato tricíclico y C4AF=ferrita aluminato tetra cálcico.
Fraguado	Tiempo de fraguado inicial indica que el cemento se encuentra parcialmente hidratado y la pasta semidura y fraguado final; que es el tiempo transcurrido desde la mezcla con agua, el cual indica que el cemento se encuentra aún más hidratado (aunque no totalmente) y la pasta ya esta dura.
Calor de Hidratación	La cantidad de calor generado principalmente de la composición química del cemento a la tasa de generación del calor, le afecta a la finura y a la temperatura de curado, así como su composición química.
Retracción y expansión	Es una variación volumétrica producida por la elevada porosidad del cemento. Es una propiedad física que es consecuencia de los cambios de volumen que se pueden presentar en pastas puras, morteros y concretos.
Resistencia a los sulfatos	La presencia de sulfatos más solubles es más perjudicial la solución de sulfato penetra en el concreto y reacciona químicamente con sus constituyentes, principalmente con la matriz de cemento, concreto. El ataque de sulfatos al concreto tiene lugar cuando la

Nota. Tener en cuenta las propiedades del cemento a utilizar garantiza un concreto adecuado. Adaptado "Agregados para mortero o concreto", por Rivera (2015)

Figura 5: Propiedades del cemento

- **Los agregados**

Las especificaciones que deben cumplir los agregados en cuanto a peso específico y

absorción se encuentran en la Norma Técnica Peruana 400.022, 2013.

Los agregados naturales según Rivera (2015), “son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales”

❖ **Clasificación según su tamaño**

❖ De acuerdo a su tamaño se dividen de la siguiente manera:

Tabla 2

Clasificación de los agregados según el tamaño de sus partículas

TAMAÑO (mm)	DENOMINACION MAS COMUN	CLASIFICACION	USO COMO AGREGADO DE MEZCLA
< 0.002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0.002-0.074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0.074-4.76 #200-#4	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
4.76-19.1 #4-3/4"	Gravilla		Material apto para concreto
19.1-50.8 3/4" - 2"	Grava		Material apto para concreto
50.8-152.4 2"-6"	Piedra	Agregado grueso	Material apto para concreto
>152.4 6"	Rajón, Piedra bola		Concreto ciclópeo

Nota. El tamaño de los agregados y su clasificación, adaptado de "Agregados para mortero o concreto, por Rivera (2015)

Como se muestra en la Tabla 2, el agregado fino varía de (0.074 – 4.76) mm y el agregado grueso como gravilla varía de (4.76 – 19.1) mm. Además, cada una de los tamaños tiene una denominación; por ejemplo, en caso de relevancia de la malla N°200 con 0.002mm de diámetro califica a un agregado con exceso de partículas finas de arcilla, lo cual no es recomendable para el uso.

✧ **Propiedades físicas de los agregados**

Granulometría

La granulometría según Valarezo (2011) se define como “la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través de los tamices (cedazos, cribas o mallas)”.

Curva granulométrica

De acuerdo con la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI (2001) en la curva de granulometría se representa generalmente sobre el eje de las ordenadas el porcentaje que pasa, en escala aritmética; y en las abscisas la abertura de los tamices en escala logarítmica.

Tabla 3

Formato para el análisis granulométrico

TAMAÑO (mm)	MASA RETENIDA(g)	RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
9.51-3/8"	0	0	0	100
4.76-N°4	127.8	6	6	94
2.38-N°8	575.1	27	33	67
1.19-N°16	617.7	29	62	38
0.595-N°30	277	13	75	25
0.297-N°50	276.8	13	88	12
0.149-N°100	149.1	7	95	5
0.074-N°200	85.2	4	99	1
Fondo	21.3	1	100	0
Total	2130	100

Nota. Se muestra el número de tamiz en pulg., y el diámetro de las mallas en mm.

Adaptado de “DOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”, por la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI (2001).

En la Tabla 3 se muestra un ejemplo de los cálculos que se realizan para obtener los datos para realizar la curva granulométrica.

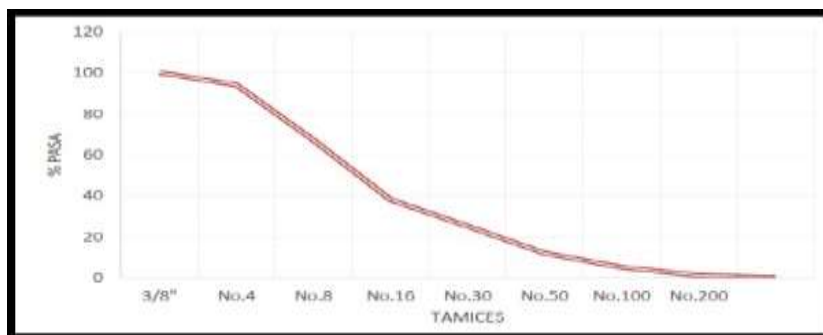


Figura 6. Formato para Curva Granulométrica

Fuente. Adaptado de Rivera (2015)

El módulo de finura (M.F.)

El módulo de finura según Rivera (2015):

Es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material.

Está definido como la centésima parte del número que se obtiene al sumar los porcentajes retenidos acumulados en la siguiente serie de tamices: 149 μ m (No.100), 297 μ m(No.50), 595 μ m(No.30), 1.19mm(No.16), 2,38mm(No.8), 4.76mm(N°4), 9.51mm (3/8”), 19mm (3/4), 38.1mm (1 ½) y los tamices siguientes cuya abertura está en relación de 1 a 2”.

Tabla 4

Clasificación del Agregado fino de acuerdo con el valor del M.F.

MODELO DE FINURA	AGREGADO FINO
Menor que 2.00	Muy fino o extrafino
2.00-2.30	Fino
2.30-2.60	Ligeramente fino
2.60-2.90	Mediano
2.90-3.20	Ligeramente grueso
3.20-3.50	Grueso
Mayor que 3.50	Muy grueso o extra grueso

Nota. Se muestran los límites para considerar de qué tipo de agregado fino se trata, adaptado de “Agregados para mortero o concreto “, por Rivera (2015)

En la Tabla 4 se muestra el grado de finura que representa cada rango del módulo de finura. Este dato favorece a la elección y preferencia del agregado según las necesidades que se tenga. Por ejemplo, si se trata de un proyecto de pavimento es recomendable utilizar un agregado fino con un módulo de finura entre 3.20 y 3.50 calificado como material grueso.

Densidad

Pasquel (1998) define la densidad de los agregados indicando que:

Las partículas del agregado están conformadas por masa del agregado, vacíos que se comunican con la superficie llamados poros permeables o saturables y vacíos que no se comunican con la superficie, es decir que quedan en el interior del agregado llamados poros impermeables o no saturables; de acuerdo con lo anterior tenemos tres densidades a saber.

Absorción y Humedad

Según Pasquel (1998), “la humedad es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado, la cual contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto. La adsorción es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas.”

Superficie Específica

La superficie específica según Pasquel (1998) “se define como el área superficial total de las partículas de agregados, referida al peso o al volumen absoluto”. Dicho de otro modo, como indica Díaz (2010), “conceptualmente, al ser más finas las partículas, se incrementa la superficie específica y el agregado necesita más pasta para recubrir el área superficial total sucediendo al contrario si es más grueso”.

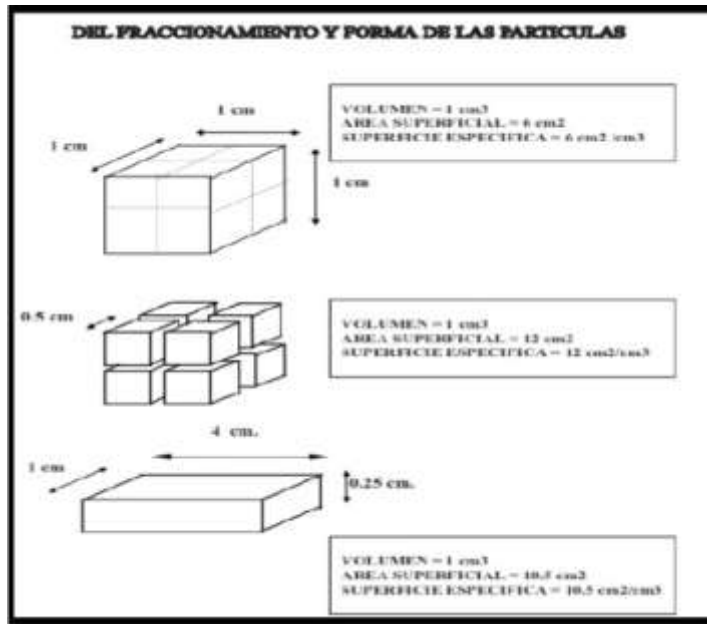


Figura 7: Fraccionamiento y forma de las partículas de los agregados

Fuente. Adaptado de Pasquel (1998)

En la *Figura 7* se describe gráficamente lo descrito por Díaz. De este modo se demuestra que el agregado cuanto más fino sea más cemento necesitará.

Agua

El agua es un elemento muy importante en la dosificación. Rivera (2015) describe el agua como:

El agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla pueda ser trabajable, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento.

Tabla 5

Concentración máxima en el agua de mezcla combinada

Concentración máxima en el agua de mezcla combinada	Limite	Métodos de Ensayos
A. Cloruro como CL, ppm		
1.En concreto pretensado, tableros o designados de otra manera	500B	NTP 339.076
2.Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes.	1000B	NTP 339.076
B. Sulfatos como SO ₄ , ppm	300	NTP 339.074
C. Álcalis como (Na ₂ O+0.652 k ₂ O),ppm	600	ASTM C 114
D. Solidos totales por masa , ppm	50000	ASTM C1603

Nota. Concentración máxima del agua de mezcla combinada y los respectivos límites permisibles. Adaptado de “Concreto simple”, por Rivera (2015).

En la Tabla 5 la concentración máxima en el agua de mezcla combinada muestra los parámetros a tener en cuenta de los elementos que podrían dañar potencialmente la calidad del concreto.

- **Propiedades del bloque de concreto**
- **Propiedades Mecánicas del bloque de concreto**

Resistencia a la compresión del bloque de concreto (f'_{b})

La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI (2010) afirma que la resistencia a la compresión del bloque de

concreto “es la relación entre la carga de rotura a compresión de un bloque y su sección bruta o neta

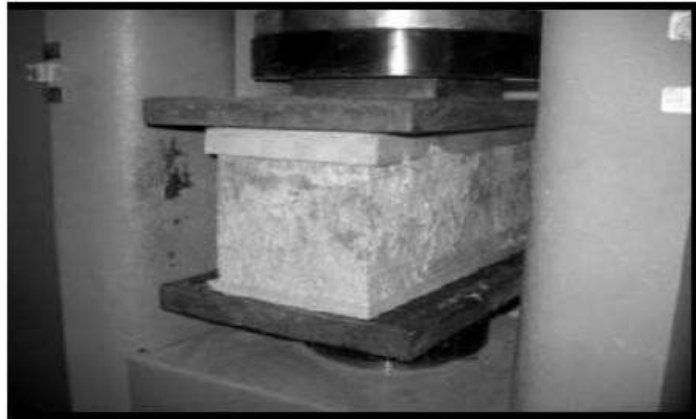


Figura 8: Bloque de concreto sometido a compresión

- **Propiedades Físicas del bloque de concreto**

Absorción

El Comité Técnico de Transporte, Construcción e Infraestructura (2010) define que la absorción “es la propiedad del bloque para absorber agua hasta llegar al punto de saturación. El MVCS (2010) en la norma E. 070 recomienda en un bloque de concreto NP tenga 15% como absorción máxima.

Alabeo

Son las deformaciones superficiales que se puede identificar en las caras del bloque, se presenta de forma cóncava o convexa.

✧ **Los RCDs**

En países como España, México, Costa Rica, Holanda, Alemania, China, Brasil, Chile, entre otros. Los RCDs son empleados para hacer pavimento rígido y prefabricado.

En nuestro país este material no es aprovechado; algunas veces son trasladados a botaderos, siendo mayormente depositados en las playas, vías públicas de la ciudad, entre otros lugares no autorizados. Esto produce un alto impacto ambiental negativo. En las siguientes líneas se explicará el procedimiento para la obtención de los agregados de RCDs, sus características y las normativas vigentes.

✓ Proceso de obtención de agregados de RCD

Los RCDs son transportados a la planta de RCD donde son clasificados según el tipo de material (madera, acero, concreto, vidrio, etc.). Luego de seleccionar solo el residuo de concreto se procede a colocarlo a la tolva para tritararlo y zarandeado para separarlo según su diámetro en tres porciones, como el agregado fino de huso 89 partículas de 0.149mm a 2.36mm, como agregado fino de huso 9 partículas de 0.149 mm a 4.76 mm y como agregado grueso de huso 7 partículas de 1.19mm a 9.50mm.

El proceso para obtener el árido reciclado queda reflejado en la siguiente figura:



Figura 9: Proceso productivo para obtener el árido reciclado

Fuente: Elaborado por Herrador (2015)

En la Figura 9 se muestra la simulación del trabajo en una planta de agregados de RCD, se observa el producto final de los tres tipos de agregados que se obtiene.

Si el material obtenido es de una demolición de pavimento rígido se puede emplear el siguiente proceso:

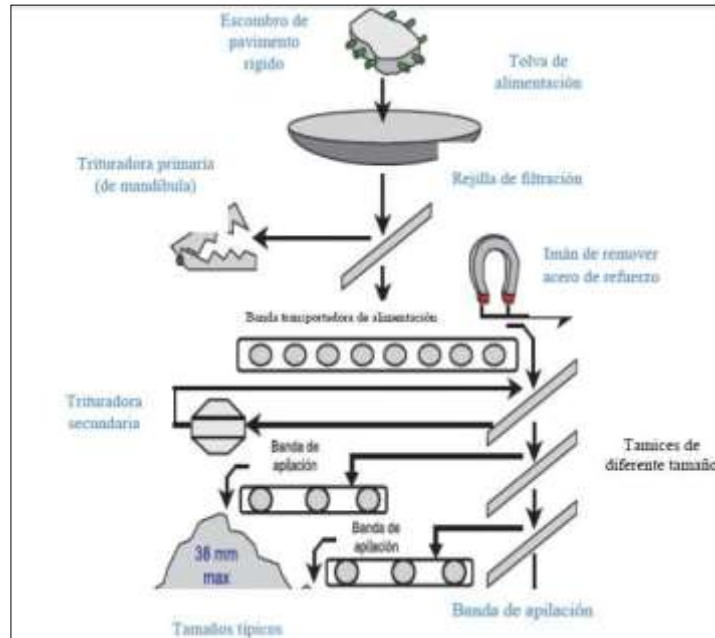


Figura 10. Proceso de reciclaje del concreto

Fuente: Adaptado de Noticreto (2011)

El proceso detallado en la *Figura 10* se emplea porque el pavimento rígido solo contiene dos elementos solidos: concreto y acero. Este proceso también se emplea en elementos estructurales como vigas, columnas y placas.

❖ Características de los agregados de RCD

Existen tres tipos de agregados reciclados: agregado reciclado cerámico, agregado reciclado mixto y agregado reciclado de concreto. En esta investigación se utilizó los agregados reciclados de concreto. Los agregados de RCD de donde se elaboraron los bloques propuestos, se clasifican en agregado fino de huso 89 partículas de 0.149mm a 2.36mm, agregado fino de huso 9 partículas de 0.149 mm a 4.76 mm y como agregado grueso de huso 7 partículas de 1.19mm a 9.50mm.



Figura 11: Agregados reciclados

❖ **Propiedades de los Agregados RCD**

Las propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado, depende de las características del elemento del cual son extraídos. Estos pueden ser los elementos estructurales de una edificación, las cuales contienen concreto de resistencia $f'c = 210$ kg/cm², así como se puede demoler estructuras de mayor resistencia. Por ello, se puede afirmar que los agregados reciclados tienen mayor variabilidad en sus propiedades.

Días y Torres (2018) afirman que el agregado de residuos de losas de pavimento rígido, poseen propiedades similares a las del agregado natural, teniendo buenos resultados de granulometría que indica un 1.2% de grava, 87.6% de arena, 11.2% de finos y un módulo de fineza de 3.02%; un contenido de humedad de 6.67%; peso unitario suelto seco de 1.247; peso unitario compactado de 1.353; con un porcentaje de absorción de 6%.

❖ **Normativas extranjeras de los agregados de RCD**

En el Perú, aun no existe una normativa para el empleo de los RCDs como agregados, pero si se tiene normativa para la gestión del reciclaje de este material. Se tiene la normativa peruana del MVCS (2013) mediante el decreto supremo N° 003-2013 aprueba

el “Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición”. También, Morales, Hernández, Quiche y Aranibar (2016) publicaron la “Guía informativa del Manejo de residuos de construcción y demolición en obras menores”. Según estudios realizados en otros países como en España y Colombia afirman que es un material con un buen comportamiento en estructuras de pavimentación y empleándolo como concreto. Además, una de sus principales ventajas es su bajo costo en relación a los agregados convencionales.

La Comisión Permanente del Hormigón (2008) especifica los requisitos que debe cumplir el agregado reciclado cuando se reemplace al agregado convencional en menos del 20% y en más del mismo porcentaje. La normativa española limita el uso de agregados reciclados para elementos que requieran una resistencia superior a los 407 kg/cm^2 . Para la utilización de agregado reciclado en menos del 20% la norma no es muy exquisita porque afirma que los elementos con bajo porcentaje de agregado reciclado se comportan muy similar a los elementos convencionales. Por el contrario, para empleos del 100 % de agregado grueso coloca varios parámetros, las cuales se detallan en la Figura 12.

En la Figura 12 se muestra las consideraciones técnicas para el uso del agregado reciclado al 100%, donde se detallan parámetros para cada una de sus propiedades.

ARIDO RECICLADO DE HORMIGON
España EHE-08 (100% de agregado grueso)

Densidad	Densidad resultante del hormigón reciclado es inferior a la de un hormigón convencional por la menor densidad que presenta el árido reciclado, a causa del mortero que permanece adherido al árido natural.
Tamaño mínimo de un árido	El tamaño mínimo permitido de árido reciclado es de 4mm.
Requisitos físico mecánicos	En el caso extremo de utilizar un 100% de árido grueso reciclado, este debe cumplir la especificación máxima del 0,25% de terrones de arcilla
Condiciones físico mecánicas	Debe presentar un coeficiente de absorción no superior al 7%
Aditivo	La utilización de aditivos que modifiquen la reología es recomendable para la mejora de la trabajabilidad, compensando la mayor absorción de agua del árido reciclado si este se utiliza en estado seco.
Durabilidad del hormigón y de las armaduras	Se podrán mantener los recubrimientos si las dosificaciones adoptadas de hormigón garantizan, para ambientes agresivos y mediante los estudios pertinentes, una durabilidad similar a la que la instrucción pide al hormigón convencional en cada ambiente.
Durabilidad del hormigón	Se debe tener en cuenta la porosidad del árido reciclado para la elaboración de elementos en zonas con ambientes agresivos
Resistencia del hormigón frente a la helada	Cuando el hormigón reciclado este sometido a una clase de exposición H o F, se deberá introducir un contenido mínimo de aire ocluido del 4,5%
Resistencia del hormigón frente a ataque por sulfatos	La utilización de árido reciclado está condicionada a que se conozca la procedencia del hormigón de origen, debiendo este haber sido fabricado con cementos resistentes a los sulfatos.
Resistencia del hormigón frente a la erosión	El árido reciclado debe cumplir las especificaciones que recoge el articulado relativo al coeficiente de Los Angeles, que debe ser inferior al 30%

ARIDO RECICLADO DE HORMIGON España EHE-08 (100% de agregado grueso)	
Tipificación de los hormigones	Se recomienda utilizar para elementos que requieran de una resistencia inferior a los 407 kg/cm ²
Fluencia del hormigón	La influencia será 1,25 veces la de un hormigón convencional
Estado límite de fisuras	Deberían realizarse estudios específicos o desarrollar una campaña experimental
Estado límite de deformación	Deberían realizarse estudios específicos o desarrollar una campaña experimental en ensayos previos.
Dosificación	El hormigón fabricado con áridos reciclado necesitara un contenido mayor de cemento o una menor relación agua/cemento en su dosificación. Igualmente, para conseguir la consistencia deseada, suele ser necesario

Figura 12: Consideraciones técnicas para el uso del árido reciclado

- **El concreto reforzado con fibras de acero (CRFA).** El concreto reforzado con fibras de acero ha evolucionado desde ser un material de construcción, hasta ser una alternativa usada para mejorar, tanto el concreto convencional simple, como el concreto reforzado con barras o malla electro soldada. Es evidente que el comportamiento a tensión del concreto simple es deficiente, lo cual se podría mejorar con la adición de fibras al concreto.

En general, las fibras controlan la fisuración y mejoran la tenacidad del concreto. Varias investigaciones y proyectos prácticos se han llevado a cabo con éxito para caracterizar y estudiar el comportamiento del concreto. A pesar de esta amplia experiencia, una de las principales causas de la poca utilización del concreto reforzado con fibras de acero en las construcciones, ha sido la ausencia de recomendaciones prácticas para estimar el comportamiento.

El uso de fibras de acero en el concreto contribuye a mejorar el proceso constructivo y el comportamiento sísmico de elementos estructurales, lo que redundará en viviendas más económicas y seguras.

- **Concreto.** Es la unión de cemento, agua, aditivos, grava y arena lo que genera una mezcla llamada concreto. “El cemento representa sólo el 15% en la mezcla del concreto por lo que es el que ocupa menor cantidad en volumen; sin embargo, su presencia en la mezcla es esencial. Al concreto se le agrega un aditivo el cual tiene diferentes funciones tales como reducir el agua, acelerar la resistencia e incrementar su trabajabilidad”.
- **Acero.** El acero es una aleación de hierro con una cantidad de carbono que puede variar entre 0,03% y 1,075% en peso de su composición, dependiendo del grado. Acero no es lo mismo que hierro, y ambos materiales no deben confundirse.

El hierro es un metal relativamente duro y tenaz, con diámetro atómico (dA) de 2,48 Å, con temperatura de fusión de 1535 °C y punto de ebullición 2740 °C. La diferencia principal entre el hierro y el acero se halla en el porcentaje de carbono: el acero es hierro con un porcentaje de carbono de entre el 0,03% y el 1,075%. El acero conserva las características metálicas del hierro en estado puro, pero la adición de carbono y de otros elementos tanto metálicos como no metálicos mejora sus propiedades físico-químicas, sobre todo su resistencia.

Cada tipo de acero permitirá diferentes aplicaciones y usos, lo que lo hace un material versátil y muy difundido en la vida moderna, donde se encuentra fácilmente.

Los dos componentes principales del acero se encuentran en abundancia en la naturaleza. El acero se puede reciclar indefinidamente sin perder sus atributos, lo que

favorece su producción a gran escala. Esta variedad y disponibilidad lo hace apto para numerosos usos como la construcción de maquinaria, herramientas, edificios y obras públicas, aeronáutica, industria automotriz, instrumental médico, etc... contribuyendo al desarrollo tecnológico de las sociedades industrializadas, pues ningún material logra igualarlo cuando se trata de resistencia al impacto o la fatiga.

- **Fibras de acero.** Las fibras como tal, son elementos delgados de longitud corta y diámetro pequeño, que pueden ser utilizadas para formar hilos del material que estén compuestas.

Como **justificación**, podemos mencionarlo desde tres enfoques:

Para la **justificación teórica**, el presente trabajo de investigación, busca aportar información conceptual nutrida y consistente acerca del análisis comparativo técnico de una pila de ladrillos de concreto con virutas de acero y concreto reciclado, con ladrillos de concreto convencional.

Para la **justificación práctica**, con el afán de contribuir al medio ambiente y a la vez mejorar las propiedades del hormigón, se busca emplear materiales alternativos que son caracterizados como desechos o desperdicios. En nuestro caso usar las virutas de acero producida por los residuos de los talleres mecánicos del cual se puede visualizar un campo de acción muy amplio dentro de la construcción. Consideramos imperante estas soluciones, ya que debido a la cultura de consumo, la sociedad cada vez exige mayor explotación de recursos naturales y es importante resaltar que, en el proceso de extracción indiscriminada de materiales de las canteras o ríos, donde los más significativos son las arenas, los cuales son utilizados en grandes proporciones para la fabricación de concretos, se produce la degradación paisajística, pérdida de flora y fauna, contaminación de las aguas subterráneas y superficiales.

Para la **justificación metodológica**, se puede señalar que hay indicios en la relevancia de este trabajo, el cual se centra en analizar las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto con virutas de acero y concreto reciclado y compararlas con las propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto convencional, para ser utilizados como alternativa en la construcción de muretes.

A su vez existen **limitaciones**, dado que existe escasa información sobre investigaciones de tecnologías aplicables de los ladrillos de concreto con virutas de acero y concreto reciclado para construcción de muretes.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia de la viruta de acero y concreto reciclado en la resistencia a la compresión por unidad y pila de ladrillos de concreto convencional?

1.2.2. Problemas específicos.

1.2.2.1. Problema específico 1.

¿Las virutas de acero y concreto reciclado incorporado a los ladrillos de concreto convencional incrementan la resistencia a la compresión por unidad?

1.2.2.2. Problema específico 2.

¿Las virutas de acero y concreto reciclado incorporado a los ladrillos de concreto convencional incrementan la resistencia a la compresión por pila?

1.2.2.3. Problema específico 3.

¿De qué manera se aprecia la influencia de la viruta de acero más concreto reciclado en la resistencia a compresión por unidad y pila de ladrillos de concreto convencional?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de las concentraciones de la viruta de acero mas concreto reciclado en la resistencia a la compresión de ladrillos con estos tratamientos y los ladrillos de concreto convencional en unidades y pilas.

1.3.2. Objetivos específicos.

1.3.2.1. Objetivo específico 1.

Determinar la influencia de las concentraciones de la viruta de acero más concreto reciclado en la resistencia a la compresión de los ladrillos con estos tratamientos y los ladrillos de concreto convencional en unidades.

1.3.2.2. Objetivo específico 2.

Determinar la influencia de las concentraciones de la viruta de acero más concreto reciclado en la resistencia a la compresión de los ladrillos con estos tratamientos y los ladrillos de concreto convencional en pilas.

1.3.2.3. Objetivo específico 3.

Realizar el análisis comparativo de los ensayos de resistencia a la compresión de unidad y de pila de ladrillos de concreto y viruta de acero reciclado con ladrillo de concreto convencional.

1.4. Hipótesis.

1.4.1. Hipótesis general.

Hipótesis Nula (H_0): Ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado en unidad y pila no son más eficientes según la resistencia a la compresión que los ladrillos de concreto convencional.

Hipótesis Alterna (H_a): Ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado en unidad y pila son más eficientes según la resistencia a la compresión que los ladrillos de concreto convencional.

Hipótesis específica.

1.4.1.1. Hipótesis específica 1.

Hipótesis Nula (H_0): Ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado en unidades no son más resistentes a la compresión que los ladrillos de concreto convencional.

Hipótesis Alterna (H_a): Ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado en unidades son más resistentes a la compresión que los ladrillos de concreto convencional.

1.4.1.2. Hipótesis específica 2.

Hipótesis Nula (H_0): Ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado en pilas no son más resistentes a la compresión que los ladrillos de concreto convencional.

Hipótesis Alterna (H_a): Ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado en pilas son más resistentes a la compresión que los ladrillos de concreto convencional.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de la investigación

2.1.1. Tipo

El tipo de investigación es aplicada, porque servirá como una técnica nueva para el desarrollo y elaboración de un ladrillo de concreto y viruta de acero reciclado, permitiendo obtener elementos alternativos reciclados para construcción de muros con propiedades mecánicas similares o mejores a los muros construidos de ladrillos de concreto convencional y asimismo motivar el reciclaje para la elaboración de concreto lo cual también contribuiría con la reducción de la contaminación ambiental.

2.1.2. Diseño.

La presente investigación es de diseño cuasi experimental debido a que las muestras no son elegidas al azar, en ella se establece una situación de control en la cual se manipula de manera intencional la variable independiente ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado, para que se pueda analizar las consecuencias sobre la variable dependiente propiedades mecánicas de los elementos a ensayar.

Siendo la investigación transversal, con la manipulación de una variable y la comparación con el parámetro de control.

2.1.2.1 Operacionalización de variables

Variable Independiente: ladrillo de concreto y virutas de acero reciclado

Variable Dependiente: Resistencia a la compresión.

VARIABLES	PROPIEDADES	INDICADORES
Resistencia a la compresión	Propiedades de los materiales	Granulometría
		Peso específico
Ladrillos de concreto y virutas de acero reciclados	Peso	Abrasión
		Peso
	Volumen	Volumen

Figura 13. Matriz operacional.

2.2. Población y Muestra

2.2.1. Población

La población por tratarse de una investigación experimental, estará constituida por el conjunto de unidades de albañilería de concreto, diseñadas y ensayadas bajo las normas ACI 211 / NPT 399.604, algunas de ellas diseñadas de manera convencional y otras diseñadas con adición de virutas de acero y concreto reciclado para luego ser sometidas a método de prueba estándar para resistencia a la compresión tanto por unidades de albañilería como por pila.

La población tendrá igual número de muestras, al ser esta una cantidad pequeña.

2.2.2. Muestra

El tipo de **muestreo es no probabilístico** por conveniencia en el cual se tomó 36 ladrillos de concreto, de los cuales 9 fueron diseñados con concreto tradicional y los 27 restantes fueron diseñados con concreto tradicional más virutas de acero y concreto reciclado como refuerzo; asimismo se tomaron 36 pilas de concreto de 3 ladrillos c/u, de los cuales 9 fueron diseñados con concreto tradicional y los 27 restantes fueron diseñados

con concreto tradicional más virutas de acero y concreto reciclado como refuerzo, las cuales someteremos a ensayo de compresión alcanzando a los días siguientes: a los 7 días, a los 14 días y a los 28 días de la fecha del vaciado.

Asimismo, las muestras pueden ser como mínimo 02 unidades para poder generar un promedio, pero lo hace más representativo desde 03 unidades, según la Norma ITINTEC.

400.037

2.2.3. Ladrillos de concreto

Concreto convencional

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 7 días

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 14 días

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 10% M.A.

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 7 días

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 14 días

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 20% M.A.

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 7 días

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 14 días

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 25% M.A.

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 7 días

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 14 días

3 Ladrillos de concreto ensayados a los 28 días

2.2.4. Pilas de Ladrillos de concreto

Concreto convencional

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 7 días

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 14 días

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 10% M.A.

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 7 días

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 14 días

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 20% M.A.

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 7 días

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 14 días

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 28 días

Concreto convencional + 25% M.A.

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 7 días

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 14 días

3 Pilas de Ladrillos de concreto ensayados a los 28 días

2.2.5. Unidad de Estudio

Ladrillos de concreto de dimensiones de 40x20x12cm, los cuales serán ensayados a 85 Kg/cm².

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

2.3.1. Técnicas:

- La observación directa.
- Análisis de materiales.
- Fórmulas
- Diseño de mezclas
- Ensayos

2.3.2. Instrumentos de recolección datos.

Se utiliza la ficha de observación directa, este instrumento permite ser metódico en cuanto al cumplimiento del cronograma para recolección de datos: recolección de virutas y concretos reciclados, pruebas de los respectivos ensayos para determinar las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto convencional y ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado, según la norma ASTM 140/NTP 399.604, tal como se muestra a modo de evidencias en la figura 14, los mismos en su totalidad se encuentran en los

Anexos.

Asimismo, la validación del instrumento utilizado, se aprecia en los anexos, donde, se aprecia la misma, firmada por CDC, JEFE y TECNICO LEM.

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ³	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	41125	480,0	83 kg/cm ²	97,5%
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	41345	480,0	83 kg/cm ²	98,1%
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	41821	480,0	84 kg/cm ²	99,3%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	37925	480,0	77 kg/cm ²	90,0%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	37869	480,0	76 kg/cm ²	89,9%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	37021	480,0	77 kg/cm ²	90,0%
20% M.A	24/01/2020	31/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	33492	480,0	68 kg/cm ²	79,5%
20% M.A	24/01/2020	31/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	33501	480,0	68 kg/cm ²	79,5%
20% M.A	24/01/2020	31/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	33485	480,0	68 kg/cm ²	79,5%
25% M.A	25/01/2020	01/02/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	32125	480,0	65 kg/cm ²	76,3%
25% M.A	25/01/2020	01/02/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	31548	480,0	64 kg/cm ²	75,8%
25% M.A	25/01/2020	01/02/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	31457	480,0	63 kg/cm ²	74,7%

Figura 14: Resistencia a la compresión por bloque de concreto a los 7 días de curado ASTM 140/NTP 399.604
Fuente: Resultados laboratorio.

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ³	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
PATRON	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	45820	480,0	92 kg/cm ²	108,8%
PATRON	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	44238	480,0	89 kg/cm ²	105,0%
PATRON	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	44184	480,0	89 kg/cm ²	104,9%
10% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	40158	480,0	81 kg/cm ²	95,3%
10% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	40347	480,0	81 kg/cm ²	95,8%
10% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	40271	480,0	81 kg/cm ²	95,6%
20% M.A	24/01/2020	07/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	37942	480,0	77 kg/cm ²	90,1%
20% M.A	24/01/2020	07/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	37841	480,0	76 kg/cm ²	89,8%
20% M.A	24/01/2020	07/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	37267	480,0	75 kg/cm ²	88,5%
25% M.A	25/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	33497	480,0	68 kg/cm ²	79,5%
25% M.A	25/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	33641	480,0	68 kg/cm ²	80,6%
25% M.A	25/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,57	0,97	33276	480,0	67 kg/cm ²	79,0%

Figura 15: Resistencia a la compresión por bloque de concreto a los 14 días de curado ASTM 140/NTP 399.604
Fuente: Resultados laboratorio.

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	lit ³	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F/m	% Fc
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	52125	480,0	106 kg/cm ²	123,7%
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	52641	480,0	106 kg/cm ²	124,9%
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	52321	480,0	106 kg/cm ²	124,2%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	54710	480,0	110 kg/cm ²	129,9%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	54520	480,0	110 kg/cm ²	129,4%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	53248	480,0	107 kg/cm ²	126,4%
20% M.A	24/01/2020	21/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40125	480,0	81 kg/cm ²	95,2%
20% M.A	24/01/2020	21/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40020	480,0	81 kg/cm ²	95,0%
20% M.A	24/01/2020	21/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40175	480,0	81 kg/cm ²	95,4%
25% M.A	25/01/2020	22/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	39841	480,0	80 kg/cm ²	94,6%
25% M.A	25/01/2020	22/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	39740	480,0	80 kg/cm ²	94,3%
25% M.A	25/01/2020	22/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	39578	480,0	80 kg/cm ²	94,2%

Figura 16: Resistencia a la compresión por bloque de concreto a los 28 días de curado ASTM 140/NTP 399.604
 Fuente: Resultados laboratorio

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	lit ³	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F/m	% Fc
PATRON	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8245	480,0	77 kg/cm ²	91,2%
PATRON	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8295	480,0	78 kg/cm ²	91,7%
PATRON	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8210	480,0	77 kg/cm ²	90,8%
10% M.A	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9145	480,0	86 kg/cm ²	101,1%
10% M.A	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9241	480,0	87 kg/cm ²	102,2%
10% M.A	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9079	480,0	87 kg/cm ²	102,6%
20% M.A	01/02/2020	08/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7982	480,0	75 kg/cm ²	88,3%
20% M.A	01/02/2020	08/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7912	480,0	74 kg/cm ²	87,5%
20% M.A	01/02/2020	08/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7945	480,0	75 kg/cm ²	87,8%
25% M.A	02/02/2020	09/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7436	480,0	70 kg/cm ²	82,2%
25% M.A	02/02/2020	09/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7452	480,0	70 kg/cm ²	82,4%
25% M.A	02/02/2020	09/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7493	480,0	70 kg/cm ²	82,8%

Figura 17: Resistencia a la compresión por pila de concreto a los 7 días de curado ASTM 140/NTP 399.604
 Fuente: Resultados laboratorio

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	lit ³	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F/m	% Fc
PATRON	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9426	480,0	89 kg/cm ²	104,2%
PATRON	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9481	480,0	89 kg/cm ²	104,8%
PATRON	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9593	480,0	89 kg/cm ²	105,1%
10% M.A	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	10106	480,0	95 kg/cm ²	111,8%
10% M.A	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	10241	480,0	96 kg/cm ²	113,2%
10% M.A	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	10378	480,0	96 kg/cm ²	114,7%
20% M.A	01/02/2020	15/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8242	480,0	77 kg/cm ²	91,1%
20% M.A	01/02/2020	15/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8321	480,0	78 kg/cm ²	92,0%
20% M.A	01/02/2020	15/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8364	480,0	78 kg/cm ²	92,5%
25% M.A	02/02/2020	16/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8124	480,0	76 kg/cm ²	89,8%
25% M.A	02/02/2020	16/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8167	480,0	77 kg/cm ²	90,3%
25% M.A	02/02/2020	16/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8187	480,0	77 kg/cm ²	90,5%

Figura 18: Resistencia a la compresión por pila de concreto a los 14 días de curado ASTM 140/NTP 399.604
 Fuente: Resultados laboratorio

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ⁴	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
PATRON	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	11201	480,0	105 kg/cm ²	123,8%
PATRON	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	11242	480,0	106 kg/cm ²	124,3%
PATRON	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	11180	480,0	105 kg/cm ²	123,6%
10% M.A	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	12452	480,0	117 kg/cm ²	137,7%
10% M.A	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	12371	480,0	116 kg/cm ²	136,8%
10% M.A	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	12374	480,0	116 kg/cm ²	136,8%
20% M.A	01/02/2020	29/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8572	480,0	81 kg/cm ²	94,8%
20% M.A	01/02/2020	29/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8562	480,0	81 kg/cm ²	95,0%
20% M.A	01/02/2020	29/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8585	480,0	81 kg/cm ²	94,9%
25% M.A	02/02/2020	01/03/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8492	480,0	80 kg/cm ²	93,9%
25% M.A	02/02/2020	01/03/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8402	480,0	79 kg/cm ²	92,9%
25% M.A	02/02/2020	01/03/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8472	480,0	80 kg/cm ²	93,7%

Figura 19: Resistencia a la compresión por pila de concreto a los 28 días de curado ASTM 140/NTP 399.604
Fuente: Resultados laboratorio

2.3.3. Técnicas de análisis de datos

Se procedió a la comparación y análisis porcentual de los resultados que arrojaron los ensayos realizados en el laboratorio a los ladrillos de concreto y virutas de acero reciclado y a los ladrillos de concreto convencional.

2.4. Procedimiento.

Los bloques de concreto deben cumplir el diseño de mezcla según la norma ACI 211, tanto del grupo de control como del grupo experimental, tal como se muestra en las siguientes figuras, que son extractos de los certificados de laboratorio:

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F _c de diseño:	85 kg/cm ²
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	1" - 2"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
F _{tr} = 155	Cemento = 252 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	6. FACTOR CEMENTO
R _{a/c} = 0,79	Bolsas x m ³ = 5,9 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	
Agua = 190 L	
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	
Aire = 2,5%	

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS							
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,0800 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0,1990 m ³					
Aire	---	0,0250 m ³					
			HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	2581 kg/m ³	---	1,50%	0,58%	5,19	1583	1/2
Agregado fino	2656 kg/m ³	---	2,10%	1,50%	3,10	1623	
Volumen de pasta		0,3040 m ³					
Volumen de agregados		0,6960 m ³					

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECCOS	11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA	0,03 m ³
Agregado grueso = 0,2787 m ³ = 714 kg	Cemento SOL Tipo 1	7,56 kg
Agregado fino = 0,4193 m ³ = 1115 kg	Agua	5,71 L
	Agregado grueso	21,74 kg
	Agregado fino	34,14 kg
	Slump Obtenido:	2"

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	
Agregado grueso	725 kg
Agregado fino	1138 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
Agua	190 L
	CEM A.F. A.G. AGUA
	1 : 4,5 : 2,88 : 32,1 L / bolsa

Figura 20: Diseño de mezcla según el método ACI 211 del agregado global del concreto patrón

Fuente: Resultados laboratorio.

Donde las tandas para ladrillo de concreto patrón se dan según la tabla 6:

Tabla 6.

Cantidad de materiales por 0.03 m³ de concreto y proporciones para mezcla patrón.

Descripción	Unidad	Cantidad	Proporción en volumen de obra
Cemento	kg	7.56	1.00
Agua	Litro	5.71	32.10 Litro/bolsa
Agregado grueso	kg	21.74	4.50
Agregado fino	kg	34.14	2.88

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	85 kg/cm ²
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	1" - 2"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	10 % M.A

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
F'cr = 155	Cemento = 252 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	6. FACTOR CEMENTO
R _{alc} = 0,79	Bolsas x m ³ = 5,9 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	7. CÁLCULO DE VIRUTA DE ACERO RECICLADA
Agua = 199 L	12,59 kg x m ³ = 5,0% / Cta
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	8. CÁLCULO DE CONCRETO RECICLADO
Aire = 2,5%	12,59 kg x m ³ = 5,0% / Cta

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS		
INSUMO	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,0800 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0,1990 m ³
Aire	---	0,0256 m ³
Agregado grueso	2581 kg/m ³	---
Agregado fino	2658 kg/m ³	---
Volumen de pasta		0,3040 m ³
Volumen de agregados		0,6960 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	1,50%	0,58%	5,19	1583	1/2
Agregado fino	2,10%	1,90%	3,10	1623	

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA
Agregado grueso = 0,2787 m ³ = 714 kg	0,03 m ³
Agregado fino = 0,4193 m ³ = 1115 kg	Cemento SOL Tipo 1 7,56 kg
	Agua 5,71 L
	Agregado grueso 21,74 kg
	Agregado fino 34,14 kg
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	Slump Obtenido 1 1/2"
Agregado grueso 725 kg	Viruta de acero reciclada 0,38 kg
Agregado fino 1138 kg	Concreto reciclado 0,38 kg
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
Agua 199 L	CEM A.F. A.G. AGUA
	1 : 4,5 : 2,88 : 32,1 L / bolsa

Figura 21: Diseño de mezcla según el método ACI 211 del agregado global del concreto con 10% de material agregado

Fuente: Resultados laboratorio.

Donde las tandas para ladrillo de concreto con 10% de MA se dan según la tabla 7:

Tabla 7.

Cantidad de materiales por 0.03 m³ de concreto y proporciones para 10% MA.

Descripción	Unidad	Cantidad	Proporción en volumen de obra
Cemento	kg	7.56	1.00
Agua	Litro	5.71	32.10 Litro/bolsa
Agregado grueso	kg	21.74	4.50
Agregado fino	kg	34.14	2.88
Virutas de acero reciclado	kg	0.38	
Concreto reciclado	kg	0.38	

Agregado:	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	85 kg/cm ²
Procedencia:	AGREGADOS DE FERRERIA	Asentamiento:	1" - 2"
Cemento:	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	20% M.A

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
F'cr = 155	Cemento = 252 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	6. FACTOR CEMENTO
R'ac = 0,79	Bolsas x m ³ = 5,9 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	7. CÁLCULO DE VIRUTA DE ACERO RECICLADA
Agua = 199 L	25,19 kg x m ³ = 10,0% / Cto.
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	8. CÁLCULO DE CONCRETO RECICLADO
Aire = 2,5%	25,19 kg x m ³ = 10,0% / Cto.

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS		
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,0800 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0,1990 m ³
Aire	---	0,0250 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. PINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	1,50%	0,58%	5,19	1583	1/2
Agregado fino	2,10%	1,80%	3,10	1623	

Volumen de pasta	0,3040 m ³
Volumen de agregados	0,5960 m ³

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA
Agregado grueso = 0,2767 m ³ = 714 kg	0,03 m ³
Agregado fino = 0,4193 m ³ = 1115 kg	Cemento SOL Tipo 1 = 7,56 kg
	Agua = 5,71 L
	Agregado grueso = 21,74 kg
	Agregado fino = 34,14 kg
	Slump Obtenido = 1"
	Viruta de acero reciclada = 0,76 kg
	Concreto reciclado = 0,76 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
Agregado grueso = 725 kg	CEM A.F. A.G. AGUA.
Agregado fino = 1138 kg	1 : 4,5 : 2,86 : 32,1 L / bolsa

Figura 22: Diseño de mezcla según el método ACI 211 del agregado global del concreto con 20% de material agregado

Fuente: Resultados laboratorio.

Donde las tandas para ladrillo de concreto con 20% de MA se dan según la tabla 8:

Tabla 8.

Cantidad de materiales por 0.03 m³ de concreto y proporciones para 20% MA.

Descripción	Unidad	Cantidad	Proporción en volumen de obra
Cemento	kg	7.67	1.00
Agua	Litro	5.80	32.10 Litro/bolsa
Agregado grueso	kg	21.74	4.40
Agregado fino	kg	33.80	2.83
Virutas de acero reciclado	kg	0.77	
Concreto reciclado	kg	0.77	

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	85 kg/cm ²
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	1" - 2"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	25 % M.A

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
F'cr = 155	Cemento = 252 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	6. FACTOR CEMENTO
R a/c = 0,79	Bolsas x m ³ = 5,9 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	7. CÁLCULO DE VIRUTA DE ACERO RECICLADA
Agua = 199 L	31,49 kg x m ³ = 12,5% / Cto
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	8. CÁLCULO DE CONCRETO RECICLADO
Aire = 2,5%	31,49 kg x m ³ = 12,5% / Cto

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS		
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,0800 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0,1990 m ³
Aire	---	0,0250 m ³
Volumen de pasta		0,3040 m ³
Volumen de agregados		0,8960 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. PINEZA	P.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	1,50%	0,56%	5,10	1503	1/2
Agregado fino	2,10%	1,90%	3,10	1623	

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA
Agregado grueso = 0,2767 m ³ = 714 kg	0,03 m ³
Agregado fino = 0,4193 m ³ = 1115 kg	Cemento SOL Tipo 1 = 7,56 kg
	Agua = 5,71 L
	Agregado grueso = 21,74 kg
	Agregado fino = 34,14 kg
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	Slump Obtenido = 2"
Agregado grueso = 725 kg	Viruta de acero reciclada = 0,94 kg
Agregado fino = 1138 kg	Concreto reciclado = 0,94 kg
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
Agua = 190 L	CEM A.F. A.G. AGUA
	1 : 4,5 : 2,68 : 32,1 L / bolsa

Figura 23: Diseño de mezcla según el método ACI 211 del agregado global del concreto con 25% de material agregado.

Fuente: Resultados laboratorio.

Donde las tandas para ladrillo de concreto con 25% de MA se dan según la tabla 9:

Tabla 9.

Cantidad de materiales por 0.03 m³ de concreto y proporciones para 25% MA.

Descripción	Unidad	Cantidad	Proporción en volumen de obra	
Cemento	kg	8.05	1.00	
Agua	Litro	6.10	32.20	Litro/bolsa
Agregado grueso	kg	21.74	4.10	
Agregado fino	kg	32.66	2.70	
Virutas de acero reciclado	kg	1.01		
Concreto reciclado	kg	1.01		

Se procede a escoger las virutas de acero reciclados, como se aprecia en la figura contigua:



Figura 24: Fibras de acero

Particularmente, las fibras de acero recicladas al ser mezcladas con el concreto, incrementan significativamente las propiedades físicas de este último, le disminuye su tendencia a agrietarse, y le otorga flexibilidad y durabilidad.

También es posible que este elemento, que oscila entre 5 y 6 cm de longitud y puede tener menos de 0.025mm de diámetro, añadido en grandes cantidades a la mezcla del hormigón, sea capaz de mejorar la resistencia de la estructura en caso de terremoto. El proceso de fabricación de este insumo es fundamental para lograr dichas características.

Por otro lado, el agregado reciclado es proveniente de la trituración de las probetas pasadas de concreto ensayadas a compresión. En la figura adjunta se muestra las herramientas utilizadas y el material obtenido del proceso de trituración.



Figura 25: Equipo utilizado para la trituración

Respecto al proceso de trituración este se hizo de manera básica, es decir la reducción del tamaño de la probeta se realizó de manera manual para fines de esta investigación. Sin embargo, se puede hacer el triturado por métodos mecánicos para obtener eficiencia. Luego para llegar a la forma comercial y requerida en las especificaciones de las normas American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.) usadas en los agregados naturales, se realizó una trituración secundaria que consiste en pasar el material por diferentes tamices.

En las siguientes figuras se presentan el agregado reciclado obtenido y los tamices usados.



Figura 26: Trituración de las probetas de concreto



Figura 27: Tamizado de los residuos de concreto

Se determinó la granulometría siguiendo el proceso que describe la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI (2001) en la NTP 400.012:2001.

Para el mismo se tomó una muestra representativa de cada uno de los ladrillos de concreto reciclado como agregados, se procedió a tamizar para determinar el peso retenido en cada malla con aproximación a 0.1gr. Asimismo, cabe resaltar que el Tamaño Máximo Nominal es el que corresponde a la abertura del tamiz en el cual queda retenido más del 15%.

Se calculó el % retenido en cada tamiz, el % retenido acumulado, el % que pasa, el módulo de fineza y se procedió a dibujar la curva granulométrica con su respectiva especificación.



Figura 28. Proceso de elaboración del ensayo granulométrico del agregado reciclado.

Luego se realiza el pesado de los materiales conforme a las dosificaciones:



Figura 29. Proceso de pesado de materiales.

Luego se realiza el integrado de los materiales en seco:



Figura 30. Proceso de integrado de materiales en seco.

Después de haber determinado la dosificación con el material agregado, se procedió con la elaboración de los bloques de concreto. En primer lugar, se separó el agregado fino, agregado grueso y agregado confitillo, lo cual se mezcló con el cemento, se realizó la mezcla en seco con el uso de una lampa.

Después de un mezclado uniforme según los diseños de mezcla antes descritos, se incorpora el agua hasta obtener una mezcla húmeda, tal como se puede observar en la Figura 31.



Figura 31. Incorporación de agua, arena, cemento y piedra para la mezcla

Luego del mezclado se procede a vaciar en los moldes metálicos, y se uniformiza empleando la mesa vibradora. El llenado de la mezcla se realizó en capas y con el uso de una varilla se fue acomodando la mezcla. El proceso de vibrado se mantiene hasta que en

la superficie aparezca agua, lo cual es un indicador que la mezcla ya está lista para desmoldar.



Figura 32: Molde metálico del ladrillo de concreto

El molde metálico, se retira con la ayuda del pie y las manos para levantar verticalmente hacia arriba con facilidad; lo correcto es que una sola persona se coloque sobre la bloquetera con las piernas a ambos extremos con la finalidad de presionar ambos bordes del molde y al mismo tiempo levantar con las manos, en caso contrario la bloquetera tiende a presionar interiormente a la mezcla, deformado así el resultado final del bloque. La forma del bloque elaborado va depender de la mezcla de concreto y de la forma correcta con el que se desmolda.

Después de haber fabricado los bloques, se les colocó en un lugar libre de exposiciones al viento y al sol, y se le dejó por un promedio de 23 horas, tal como se muestra en la Figura 33.



Figura 33: Proceso de fraguado de los bloques de concreto elaborados

Después del fraguado, se procedió a sumergir los bloques en una piscina durante 7 días, cuidando el espacio entre cada bloque, lo cual fue un espacio de 2cm, con la finalidad de que cada uno de ellos se pueda humedecer por todos lados y no afecte el aire, tal como se puede observar en la Figura 34.



Figura 34: Proceso de curado de los bloques de concreto elaborados

Después de haber cumplido los 7 días de haber sumergido en agua, se procedió a retirar los bloques en un área cubierto con un techo de estructura metálica; con la finalidad que no se humedezca antes de los 28 días, como podemos observar en la siguiente figura

35



Figura 35: Proceso de almacenaje de los bloques elaborados

Evaluación de la respuesta experimental de pilas

Los prismas son especímenes y nos permiten predecir el comportamiento de los muros de albañilería, a través de ensayos que determinan los parámetros para el análisis y el diseño estructural. Estos son sometidos a ensayos semejantes a la realidad, para determinar la resistencia a compresión, el módulo de elasticidad y la resistencia al corte de la albañilería.

Para determinar la resistencia de albañilería a compresión axial de pilas ($f'm$) se usa la NTP 399.605 según INDECOPI (2013) y para el ensayo de compresión diagonal de muretes ($v'm$) la NTP 399.621 según INDECOPI (2004), tal como figura en la NTP E.070

de Albañilería. Los ensayos se determinaron mediante ensayos en el laboratorio, de acuerdo a las normas mencionadas anteriormente. Para fines de esta investigación se realizo el ensayo de compresión axial en pilas de bloques conforme a lo descrito a continuación:

✓ **Compresión axial en pilas de bloques ($f'm$)**

NTP 399.605:2013

El procedimiento de este ensayo se tomó de la norma NTP 399.605 según INDECOPI (2013)

Características.

Las características de las pilas se visualizan en la Figura 36.

- Bloque de concreto con residuos de áridos reciclados.
- Dimensiones: 40 cm de ancho, 12 cm de espesor y 60 cm de alto.
- Dosificación del mortero: 1: 4 (cemento Sol tipo I: arena).
- Espesor de juntas: 1.5 cm
- Colocación de capping de yeso-cemento en los extremos.

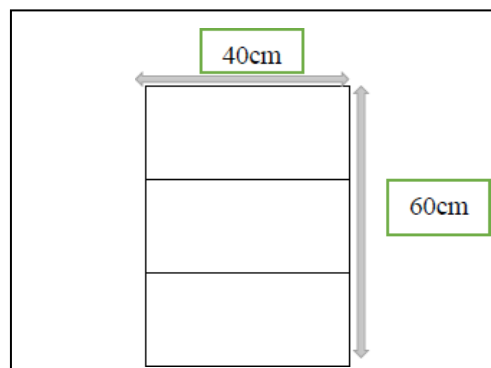


Figura 36: Dimensiones de las pilas elaboradas

Los bloques fueron regados durante 30 minutos un día antes del asentado.

Entre cada bloque se aplicó mortero hasta llegar a la tercera hilada, verificando la verticalidad con una plomada y un nivel. Mientras las juntas se controlaron con un escantillón.

Luego se colocó un capping de yeso-cemento en la parte inferior y superior de las pilas, con la finalidad de uniformizar la superficie que tuvo contacto con el equipo.

Pasado los 7, 14 y 28 días de haber construido las pilas se procedió a realizar los ensayos de compresión axial, tal como se muestra en la Figura 37.



Figura 37: Elaboración de las pilas con bloques de áridos reciclados

2.5. Aspectos éticos

La presente investigación utilizó información de tesis de maestría, doctorado y artículos científicos ubicado en buscadores como Dialnet, Scielo, Concytec y afines. Sin incurrir en cualquier intento de plagio.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

✓ Granulometría de agregados

De acuerdo a los resultados, el tamaño máximo del agregado fino de huso 89 es 3/8” y su tamaño máximo nominal es representado por el tamiz N° 4. En la siguiente figura se muestra la curva granulométrica del agregado fino de huso 89 y las curvas del límite superior e inferior definidas con el tamaño máximo nominal en la tabla de husos de la NTP 400.037. Además, el agregado cumple con el máximo de 0.25% de partículas de arcilla.

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3 1/2"	88,90 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1/2"	12,70 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3/8"	9,53 mm	0,0	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
# 4	4,75 mm	21,2	3,19	3,19	96,81	95,00	100,00
# 8	2,36 mm	100,2	15,08	18,27	81,73	80,00	100,00
# 16	1,18 mm	153,1	23,04	41,32	58,68	50,00	85,00
# 30	0,59 mm	180,7	24,19	65,50	34,50	25,00	60,00
# 50	0,30 mm	121,2	18,24	83,74	16,26	5,00	30,00
# 100	0,15 mm	96,0	14,45	98,19	1,81	0,00	10,00
# 200	0,07 mm	0,0	0,00	98,19	1,81	0,00	5,00
Fondo	0,01 mm	12,0	1,81	100,00	0,00	0,00	0,00

Figura 38: Ensayo granulométrico del agregado fino huso 89

Fuente: Elaboración propia

CARACTERISTICAS FISICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m ³)	2658,000
P. Especif. de Masa SSS (kg/m ³)	2632,000
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m ³)	2710,000
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1786
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1623
Absorción (%)	1,90
Contenido de Humedad (%)	2,10
Módulo de Fineza	3,10
% < Malla Nº 200 (0.75 µm)	2,10

Figura 39: Características físicas del agregado fino huso 89

Fuente: Elaboración propia

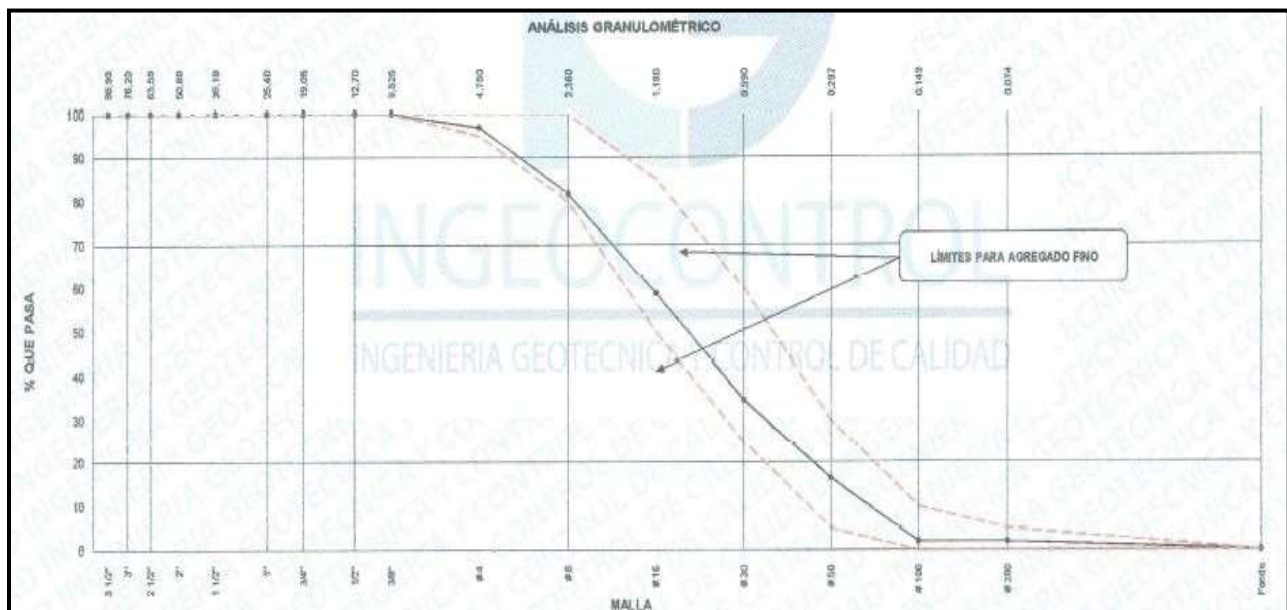


Figura 40: Curva granulométrica del agregado fino huso 89

Fuente: Elaboración propia

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 89							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM #NF"
4"	101,60 mm		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3 1/2"	88,90 mm		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm		0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1/2"	12,70 mm	435,0	7,07	7,07	92,93	100,00	100,00
3/8"	9,53 mm	526,2	8,56	15,62	84,38	90,00	100,00
# 4	4,75 mm	1880,4	32,18	47,80	52,20	20,00	56,00
# 8	2,36 mm	1280,5	20,81	68,60	31,40	5,00	30,00
# 16	1,18 mm	1240,2	20,15	88,75	11,25	0,00	10,00
# 30	0,59 mm	850,0	10,56	99,32	0,68	0,00	6,50
# 50	0,30 mm		0,00	99,32	0,68	0,00	5,00
# 100	0,15 mm		0,00	99,32	0,68	0,00	0,00
# 200	0,07 mm		0,00	99,32	0,68	0,00	0,00
Fondo	0,01 mm	42,1	0,68	100,00	0,00	0,00	0,00

Figura 41: Ensayo granulométrico del agregado grueso huso 89

Fuente: Elaboración propia

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (kg/m ³)	2581,000
P. Especif. de Masa SSS (kg/m ³)	2736,000
P. Especif. de Masa Aparente (kg/m ³)	2851,000
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1623
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1583
Absorción (%)	0,58
Tamaño Máximo	3/4"
Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Módulo de Fineza	5,19
% < Malla Nº 200 (0,75 µm)	0,85
Contenido de Humedad (%)	1,50

Figura 42: Características físicas del agregado grueso huso 89

Fuente: Elaboración propia

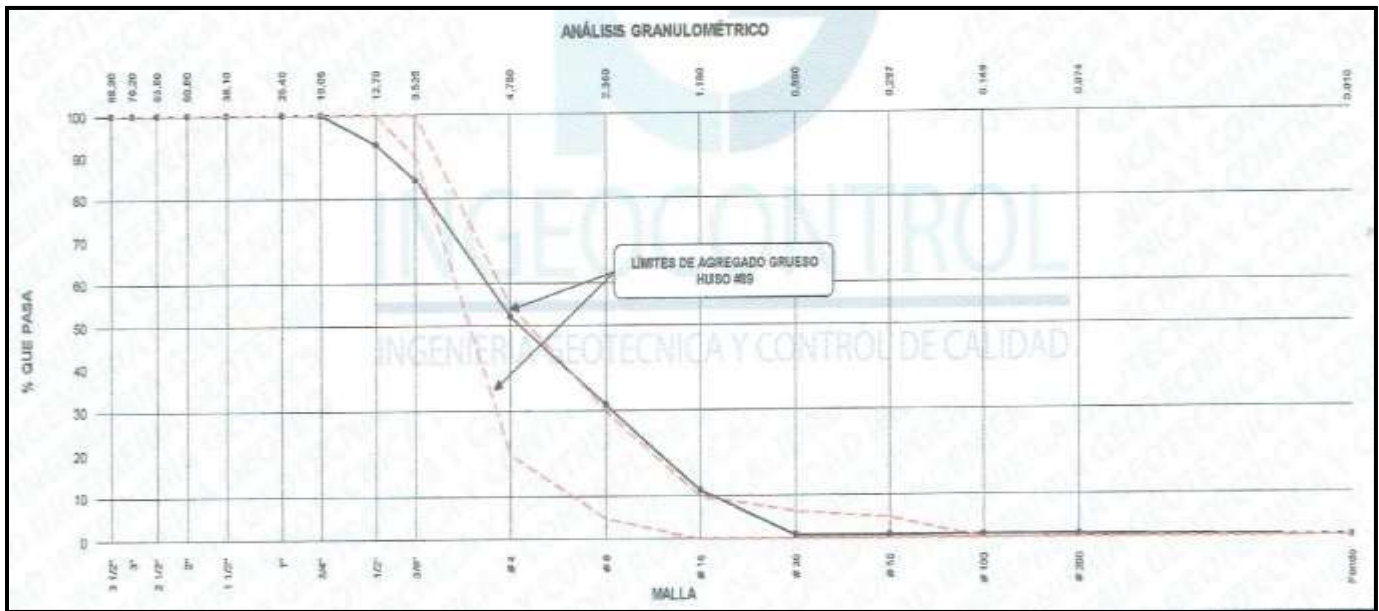


Figura 43: Curva granulométrica del agregado grueso huso 89

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura anterior, el tamaño máximo nominal del agregado grueso de huso 89 es $\frac{1}{2}$ " y su tamaño máximo es $\frac{3}{4}$ ". El tamaño máximo nominal se utilizó para identificar el límite superior e inferior definidas en la tabla de usos de la NTP 400.037. Además, el agregado cumple con el máximo de 0.25% de partículas de arcilla.

✓ Resistencia a la compresión

El ensayo se realizó con unidades secas, a las cuales se les cubrió con yeso-cemento para uniformizar el contacto entre éstas y los cabezales de la máquina de compresión, tal como se muestra en la Figura 35.

La resistencia a compresión unitaria f'_b se determinó dividiendo la carga de rotura entre el área bruta (unidades sólidas) o entre el área neta (unidades huecas). Y la resistencia a compresión característica f'_b se obtuvo restando una desviación estándar al promedio de los resultados de resistencia unitaria a compresión usando la siguiente fórmula contigua:

Cálculo y resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

$$Fb = \frac{F}{A}$$

Donde:

F: Carga máxima o fuerza de rotura en kg.

A: Área neta del bloque en cm².

F´b: Resistencia neta kg/cm².

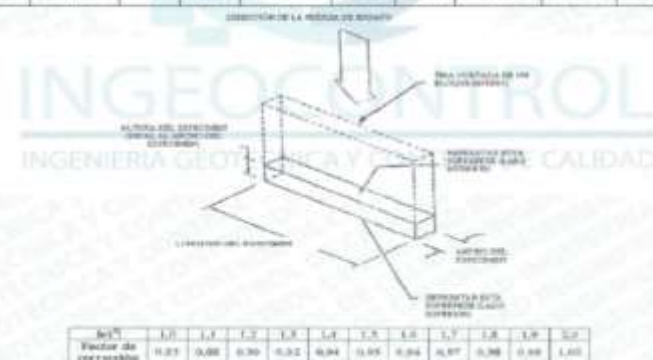
O: Desviación estándar.



Figura 44: Ensayo de Compresión del bloque de concreto con agregado reciclado

Se utilizaron 12 muestras a los 7 días tal como se muestra en la figura 36, 12 muestras a los 14 días tal como se muestra en la figura 37 y 12 muestras a los 28 días en la figura 45.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 398.604												
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	N ^o	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F/m	% Fc
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	41125	490,0	83 kg/cm ²	87,6%
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	41345	490,0	83 kg/cm ²	88,1%
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	41621	490,0	84 kg/cm ²	89,9%
10% M.A.	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	37995	490,0	77 kg/cm ²	80,0%
10% M.A.	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	37989	490,0	78 kg/cm ²	80,9%
10% M.A.	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	37921	490,0	77 kg/cm ²	80,0%
20% M.A.	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	53492	490,0	88 kg/cm ²	79,5%
20% M.A.	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	53921	490,0	88 kg/cm ²	79,5%
20% M.A.	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	53485	490,0	88 kg/cm ²	79,5%
25% M.A.	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	52125	490,0	83 kg/cm ²	78,3%
25% M.A.	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	51948	490,0	84 kg/cm ²	75,8%
25% M.A.	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	51487	490,0	83 kg/cm ²	74,7%

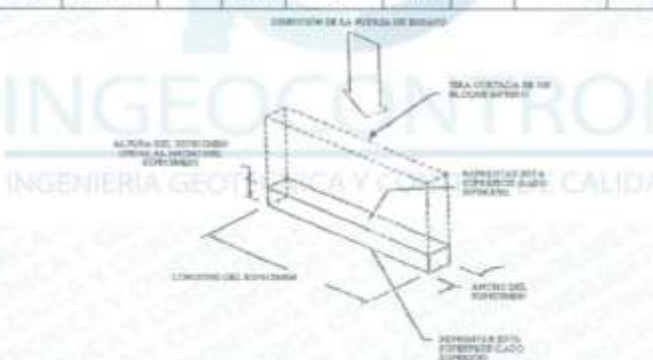


h/a	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	0,96	0,94	0,93

* h/a = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

Figura 45: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado reciclado a los 7 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESION ASTM C140 / NTP 399.604												
IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t^2	Factor de Corrección	FUERZA MAXIMA (kg)	AREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
PATRON	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	45820	480,0	92 kg/cm ²	106,8%
PATRON	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	44236	480,0	88 kg/cm ²	105,0%
PATRON	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	44166	480,0	89 kg/cm ²	104,9%
10% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40158	480,0	81 kg/cm ²	95,3%
10% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40347	480,0	81 kg/cm ²	95,8%
10% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40271	480,0	81 kg/cm ²	95,6%
20% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	37943	480,0	77 kg/cm ²	90,1%
20% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,90	40,00	20,00	1,67	0,97	37841	480,0	76 kg/cm ²	89,8%
20% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	37267	480,0	75 kg/cm ²	88,5%
25% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	13,00	40,00	20,00	1,67	0,97	33407	480,0	68 kg/cm ²	79,5%
25% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	13,00	40,00	20,00	1,67	0,97	33941	480,0	68 kg/cm ²	80,6%
25% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,90	40,00	20,00	1,67	0,97	33218	480,0	67 kg/cm ²	79,0%




h/t^2	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,97	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

* h/t^2 = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

Figura 46: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado reciclado a los 14 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 399.604												
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h ³	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _m	% F _c
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	52125	480,0	105 kg/cm ²	123,7%
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	52641	480,0	106 kg/cm ²	124,9%
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	53321	480,0	106 kg/cm ²	124,2%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	54710	480,0	110 kg/cm ²	129,9%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	54520	480,0	110 kg/cm ²	129,4%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	53048	480,0	107 kg/cm ²	126,4%
20% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40125	480,0	81 kg/cm ²	95,2%
20% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40020	480,0	81 kg/cm ²	95,0%
20% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40175	480,0	81 kg/cm ²	95,4%
25% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	39841	480,0	80 kg/cm ²	94,6%
25% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	39740	480,0	80 kg/cm ²	94,3%
25% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	39878	480,0	80 kg/cm ²	94,2%



h ³	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

* h³ = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

Figura 47: Resultados del ensayo de compresión de los bloques de agregado reciclado a los 28 días

➤ Ensayo de resistencia a la compresión

En la Tabla 10, se puede observar los resultados comparativos del ensayo de resistencia a la compresión entre el bloque elaborado y el bloque de concreto convencional.

Tabla 10

Comparación del ensayo de resistencia a la compresión entre el bloque elaborado y el bloque convencional

DESCRIPCION		ENSAYO DE RESISTENCIA PROMEDIO en Kg/cm ²	ACEPTACION DE LA UNIDAD
BLOQUES ELABORADOS	10% M.A	77	P
	a los 7 días 20% M.A	68	P
	25% M.A	64	P
BLOQUE CONVENCIONAL		83	P
BLOQUES ELABORADOS	10% M.A	81	P
	a los 14 días 20% M.A	76	P
	25% M.A	67	P
BLOQUE CONVENCIONAL		90	P
BLOQUES ELABORADOS	10% M.A	109	P
	a los 28 días 20% M.A	81	P
	25% M.A	80	P
BLOQUE CONVENCIONAL		106	P

✓ Instrumentación y montaje de Pilas

La instrumentación y el montaje de las pilas fue realizado por el personal del laboratorio, quien se encargó de ubicar cada una de las pilas lo más centradas posible en los ejes de los cabezales, como se muestra a continuación en la Figura 48.



Figura 48: Pila instalada para ensayo

Cálculo del ensayo de compresión axial de pilas

La resistencia de la albañilería a compresión axial se determinó dividiendo la carga máxima entre el área de contacto utilizando la fórmula contigua.

$$f_m = \frac{P_{\text{máx}}}{A}$$

Donde:

f_m : Resistencia a la compresión axial (kg/cm²)

$P_{\text{máx}}$: Fuerza máxima que resiste la pila (kg)

A : Área bruta transversal a la fuerza (cm²)

La resistencia final se obtiene al restar la desviación estándar a la resistencia promedio tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$f'_m = f_m - O$$

Donde:

f'_m : Resistencia característica a la compresión axial (kg/cm²)

O : Desviación estándar (kg/cm²)

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (mm)	h ₀ ³	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _m	% F _c
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8245	480,0	77 kg/cm ²	91,2%
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8205	480,0	78 kg/cm ²	91,7%
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8210	480,0	77 kg/cm ²	90,8%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	9140	480,0	95 kg/cm ²	101,1%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8245	480,0	87 kg/cm ²	102,2%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8279	480,0	87 kg/cm ²	102,6%
20% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	7982	480,0	75 kg/cm ²	88,3%
20% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	7912	480,0	74 kg/cm ²	87,5%
20% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	7946	480,0	75 kg/cm ²	87,8%
25% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	7438	480,0	70 kg/cm ²	82,2%
25% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	7462	480,0	70 kg/cm ²	82,4%
25% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	7465	480,0	70 kg/cm ²	82,6%



h ₀ ³	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

h₀³ = relación de altura del espécimen a la menor dimensión (en milímetros).

Figura 49: Resultados del ensayo de compresión de las Pilas de bloques de agregado reciclado a los 7 días

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (mm)	h ₀ ³	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _m	% F _c
PATRON	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	9425	480,0	88 kg/cm ²	104,2%
PATRON	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	9481	480,0	89 kg/cm ²	104,8%
PATRON	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	9503	480,0	89 kg/cm ²	105,1%
10% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	10100	480,0	96 kg/cm ²	111,8%
10% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	10241	480,0	96 kg/cm ²	113,2%
10% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	10275	480,0	96 kg/cm ²	114,7%
20% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8347	480,0	77 kg/cm ²	91,1%
20% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8321	480,0	76 kg/cm ²	90,6%
20% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8364	480,0	76 kg/cm ²	90,8%
25% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8124	480,0	76 kg/cm ²	89,8%
25% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8167	480,0	77 kg/cm ²	90,3%
25% M.A	23/01/2020	06/02/2020	14	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8167	480,0	77 kg/cm ²	90,5%



h ₀ ³	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

h₀³ = relación de altura del espécimen a la menor dimensión (en milímetros).

Figura 50: Resultados del ensayo de compresión de las Pilas de bloques de agregado reciclado a los 14 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ASTM C140 / NTP 399.604												
IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t^2	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F_m	% F_c
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	8,00	4,51	11201	480,0	105 kg/cm ²	123,8%
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	11347	480,0	106 kg/cm ²	124,3%
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	11180	480,0	105 kg/cm ²	123,8%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	12482	480,0	117 kg/cm ²	137,7%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	12371	480,0	116 kg/cm ²	136,8%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	12374	480,0	116 kg/cm ²	136,8%
20% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8572	480,0	81 kg/cm ²	94,8%
20% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8582	480,0	81 kg/cm ²	95,0%
20% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8586	480,0	81 kg/cm ²	94,9%
25% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8482	480,0	80 kg/cm ²	93,9%
25% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8482	480,0	79 kg/cm ²	92,9%
25% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8472	480,0	80 kg/cm ²	93,7%



h/t^2	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,91	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

* h/t^2 = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

Figura 51: Resultados del ensayo de compresión de las Pilas de bloques de agregado reciclado a los 28 días

Se sometió a compresión cada pila de bloques, los cuales se deformaron de maneras diferentes. Pues el efecto que causó la carga vertical fue la deformación del espécimen y del mortero verticalmente; como resultado se verifica que ambos tienen la misma deformación axial y alargamiento transversal, ello debido a la adherencia y fricción en las caras de contacto entre los elementos. Como se evidencian en la Figura 43 el mortero tiene compresión transversal en las dos direcciones y el espécimen tensión transversal, esto debido a que es un material rígido.



Figura 52: Falla producida en el ensayo de la pila

➤ Ensayo de resistencia a la compresión en Pilas

En la Tabla 11, se puede observar los resultados comparativos del ensayo de resistencia a la compresión entre la pila elaborada y la pila de concreto convencional.

Tabla 11

Comparación del ensayo de resistencia a la compresión entre la pila elaborada y la pila de concreto convencional

DESCRIPCION		ENSAYO DE RESISTENCIA PROMEDIO en Kg/cm ²	ACEPTACION DE LA UNIDAD
PILA DE BLOQUE ELABORADO	a los 7 días	10% M.A	P
		20% M.A	P
		25% M.A	P
PILA DE BLOQUE CONVENCIONAL		77	P
PILA DE BLOQUE ELABORADO	a los 14 días	10% M.A	P
		20% M.A	P
		25% M.A	P
PILA DE BLOQUE CONVENCIONAL		89	P
PILA DE BLOQUE ELABORADO	a los 28 días	10% M.A	P
		20% M.A	P
		25% M.A	P
PILA DE BLOQUE CONVENCIONAL		105	P

INFERENCIA ESTADÍSTICA

Los resultados en el presente capítulo se fundamentan en el orden de los objetivos e hipótesis como se detalla a continuación.

Objetivo específico 1.

Determinar el efecto de las concentraciones de la viruta de acero más concreto reciclado en la resistencia a la compresión de los ladrillos con estos tratamientos y los ladrillos de concreto convencional en unidades.

Hipótesis específico 1.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

Ladrillos de concreto con concentraciones de virutas de acero más concreto reciclado en unidades son más resistentes a la compresión que los ladrillos de concreto convencional.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H_0): No existe un efecto significativo de la concentración de virutas de acero más concreto reciclado en la resistencia a la compresión de las unidades de los ladrillos de concreto con respecto al convencional.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_{\text{convencional}}$$

Hipótesis Alternativa (H_a): Existe al menos un efecto significativo de la concentración de virutas de acero más concreto reciclado en la resistencia a la compresión de las unidades de los ladrillos de concreto con respecto al convencional.

Existe al menos un $i / \mu_i \neq \mu_{\text{convencional}}$

Factor: Es el porcentaje de concreto y virutas de acero reciclado.

Tratamiento: Dosificación del % de concreto y virutas de acero reciclado en las unidades de ladrillo.

Niveles del factor: 10%, 20% y 25% de concreto y virutas de acero reciclado.

Variable Respuesta o dependiente: Resistencia a la compresión.

Observaciones o unidades de estudio: Valores de la resistencia a la compresión para cada grupo y nivel de tratamiento a una edad de 28 días.

Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta es cuantitativa, el tipo de prueba es de diferencia de medias para más de dos grupos y el tamaño de la muestra es pequeña e iguales, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un factor para contrastar las hipótesis y la prueba de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los tratamientos es la que mayor efecto tiene.

Requisitos para el ANOVA.

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Shapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron el programa estadístico SPSS v.25.

Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula para cualquier prueba

Si el p-valor (sig) o significancia de la prueba es menor a α se Rechaza H_0 y se acepta H_a .

(sig < α entonces se acepta H_a)

Donde α es el nivel de significancia y representa el % de error que estamos dispuesto a asumir.

Generalmente el valor de $\alpha = 0.05$.

Tabla 12

Valores de la Resistencia a la compresión para cada tratamiento del diseño y en diferentes edades en unidades de ladrillos.

Identificación	Días	Esfuerzo (kg/cm ²)	% f'c	Esfuerzo a los 28 días (kg/cm ²)
Diseño patrón	7.00	83.00	97.6%	85.04
	7.00	83.00	98.1%	84.61
	7.00	84.00	99.3%	84.59
	14.00	92.00	108.8%	84.56
	14.00	89.00	105.0%	84.76
	14.00	89.00	104.9%	84.84
	28.00	105.00	123.7%	110.18
	28.00	106.00	124.9%	110.65
	28.00	106.00	124.2%	110.88
Diseño con virutas de acero y concreto reciclado al 10 %	7.00	77.00	90.0%	85.56
	7.00	76.00	89.9%	84.54
	7.00	77.00	90.0%	85.56
	14.00	81.00	95.3%	84.99
	14.00	81.00	95.8%	84.55
	14.00	81.00	95.6%	84.73
	28.00	110.00	129.9%	84.68
	28.00	110.00	129.4%	85.01
	28.00	107.00	126.4%	84.65

Identificación	Días	Esfuerzo (kg/cm ²)	% f'c	Esfuerzo a los 28 días (kg/cm ²)
Diseño con virutas de acero y concreto reciclado al 20 %	7.00	68.00	79.5%	85.53
	7.00	68.00	79.5%	85.53
	7.00	68.00	79.5%	85.53
	14.00	77.00	90.1%	85.46
	14.00	76.00	89.8%	84.63
	14.00	75.00	88.5%	84.75
	28.00	81.00	95.2%	85.08
	28.00	81.00	95.0%	85.26
	28.00	81.00	95.4%	84.91
Diseño con virutas de acero y concreto reciclado al 25 %	7.00	65.00	76.3%	85.19
	7.00	64.00	75.8%	84.43
	7.00	63.00	74.7%	84.34
	14.00	68.00	79.5%	85.53
	14.00	68.00	80.6%	84.37
	14.00	67.00	79.0%	84.81
	28.00	80.00	94.6%	84.57
	28.00	80.00	94.3%	84.84
	28.00	80.00	94.2%	84.93

Tabla 13.

Diseño de experimentos con un factor para las unidades de concretos de ladrillos

		Observaciones			Variable Respuesta
		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	
Tratamiento 0	Control →	105.34	106.38	105.73	Resistencia a la Compresión
Tratamiento 1	10% →	110.56	110.18	107.61	
Tratamiento 2	20% →	81.09	80.87	81.19	
Tratamiento 3	25% →	80.51	80.31	80.18	

Análisis Descriptivo

Tabla 14

Resistencia a la compresión en unidades de ladrillos

		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE LADRILLOS				
TIPO DE DISEÑO		Recuento	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
Mezcla Patrón	Mezcla Patrón	3	105,67	106,00	105,00	0,58
	Tratamiento al 10%	3	109,00	110,00	107,00	1,73
	Tratamiento al 20%	3	81,00	82,00	80,00	1,00
	Tratamiento al 25%	3	80,00	81,00	79,00	1,00

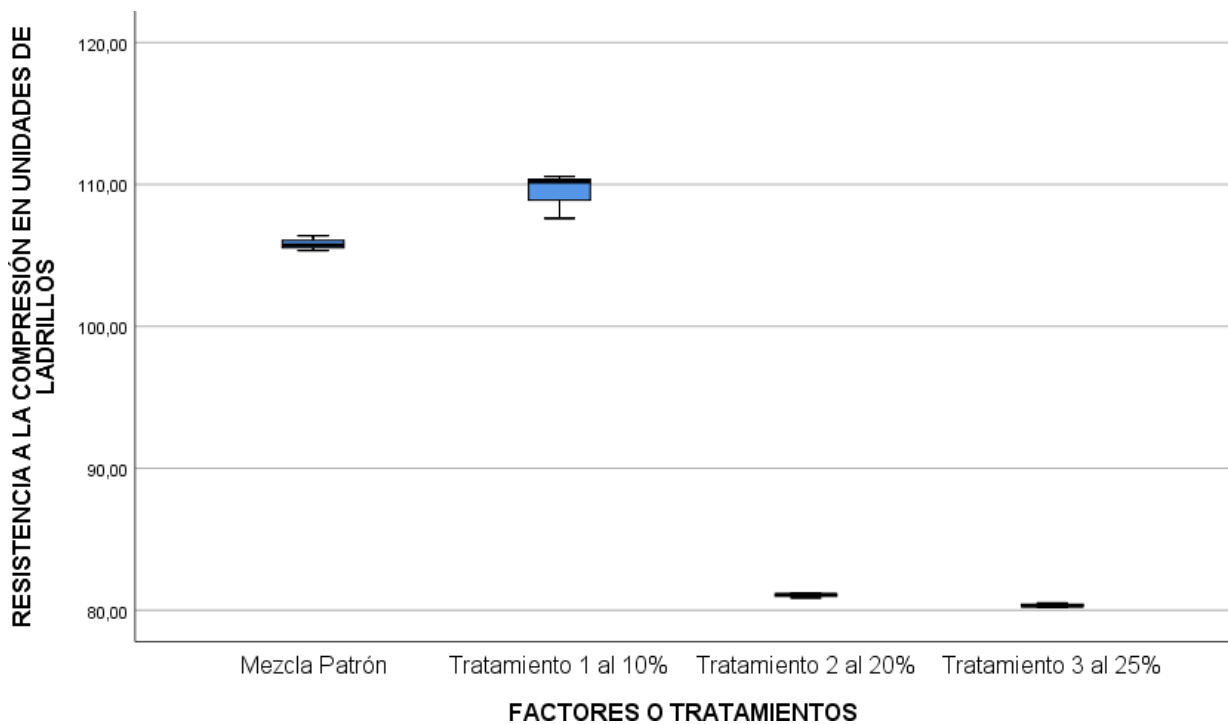


Figura 53. Diagrama de cajas.

De los resultados obtenidos notamos claramente que sólo la media de la resistencia a la compresión del grupo experimental del 10% es mayor al convencional, mientras que los

otros dos grupos experimentales son menores, ahora mediante la prueba del ANOVA comprobaremos si estas diferencias son significativas.

Consideraciones de la prueba

- Definimos nuestro nivel de significancia $\alpha=0.05$ (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuesto a asumir al realizar nuestra prueba.
- Para el análisis de la prueba, utilizaremos la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes debido a que la investigación es de tipo transversal, es decir se trata de dos grupos en comparación, donde la variable Resistencia a la compresión es de tipo cuantitativa (medible) y el tamaño de las muestras de cada grupo son pequeñas menores a 30.
- Antes de realizar esta prueba previamente se tiene que corroborar los supuestos de Normalidad y Homogeneidad.
- Todas las pruebas se realizarán con el programa estadístico SPSS v.25.

Normalidad

- Existen dos métodos para probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes y la de Chapiro Wilk para muestras pequeñas, para nuestro caso utilizaremos la de Chapiro Wilk por ser una muestra pequeña.
- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal
- Criterio para determinar la normalidad

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0 .

Tabla 15

Resultados de la prueba de Normalidad

Pruebas de normalidad

	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE LADRILLOS	Mezcla Patrón	,253	3	.	,964	3	,637
	Tratamiento al 10%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Tratamiento al 20%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Tratamiento al 25%	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Decisión

Como Los p-valores sig tanto del patrón como los experimentales son mayores > 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula.

Conclusión

Se concluye que la variable resistencia a la compresión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Las varianzas en ambos grupos son iguales

Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas

- Criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si p-valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Resultados de la prueba de Homogeneidad y la prueba t Student con 10% del diseño de unidades de ladrillos con virutas de acero y concreto reciclado

Tabla 16

Resultados de la prueba de homogeneidad

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE LADRILLOS	Se basa en la media	3.954	3	8	0.053
	Se basa en la mediana	0.449	3	8	0.725
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.449	3	3.740	0.732
	Se basa en la media recortada	3.378	3	8	0.075

- De la prueba de Levene, se tiene que el pvalor sig es igual a $0.053 > 0.05$, entonces según la regla de decisión aceptamos Ho con un nivel de significancia del 5%, lo cual concluimos que los grupos tienen varianzas iguales.

Tabla 17.
Resultados de la prueba ANOVA para un factor

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE LADRILLOS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2126.180	3.000	709	724	0.000
Dentro de grupos	7.835	8.000	1		
Total	2134.015	11.000			

- Se puede apreciar de la prueba del análisis de varianza ANOVA, que el pvalor sig igual a $0.00 < 0,05$ entonces según la regla de decisión rechazamos H_0 y aceptamos H_a , lo cual podemos afirmar con un nivel de significancia del 5% que existe diferencias significativas en la resistencia a la compresión de al menos un tratamiento respecto al convencional.
- Para determinar que tratamiento da un mayor aumento significativo, realizaremos la prueba post hoc de Tukey de rango múltiple.

Tabla 18.
Prueba post hoc de Tukey para la resistencia a la compresión en unidades de ladrillos

FACTORES O TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Tratamiento 3 al 25%	3	80.900		
Tratamiento 2 al 20%	3	81.383		
Mezcla Convencional	3		105.817	
Tratamiento 1 al 10%	3			109.457
Sig.		0.930	1.000	1.000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

- Del análisis del ANOVA y de la prueba de Tukey podemos afirmar con un nivel de significancia del 5% que si existen diferencias significativas de la resistencia a la compresión del grupo con los tratamientos respecto al convencional debido a que se encuentran en diferentes sub grupos, para el tratamiento 2 y 3 que se encuentran en el primer subgrupo, las medias son menores al convencional que se encuentra en el segundo sub grupo, lo que significa que al agregar concentraciones del 20% y 25% la resistencia a la compresión disminuyen significativamente, mientras que el tratamiento 1 que se encuentra en el tercer grupo aumenta significativamente.
- Por lo tanto, podemos concluir con un nivel de significancia del 5% que existe evidencia suficiente para afirmar que la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto con el 10% de virutas de acero más concreto reciclado aumenta significativamente respecto a los ladrillos de concreto convencional en unidades.

Objetivo específico 2.

Determinar el efecto de las concentraciones de la viruta de acero más concreto reciclado en la resistencia a la compresión de los ladrillos con estos tratamientos y los ladrillos de concreto convencional en pilas.

Hipótesis específico 2.

Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

Ladrillos de concreto con concentraciones de virutas de acero más concreto reciclado

en pilas son más resistentes a la compresión que los ladrillos de concreto convencional.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H_0): No existe un efecto significativo de la concentración de virutas de acero más concreto reciclado en la resistencia a la compresión de las pilas de los ladrillos de concreto con respecto al convencional.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_{\text{convencional}}$$

Hipótesis Alternativa (H_a): Existe al menos un efecto significativo de la concentración de virutas de acero más concreto reciclado en la resistencia a la compresión de las pilas de los ladrillos de concreto con respecto al convencional.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_i \neq \mu_{\text{convencional}}$$

Factor: Es el porcentaje de concreto y virutas de acero reciclado.

Tratamiento: Dosificación del % de concreto y virutas de acero reciclado en las pilas de ladrillo.

Niveles del factor: 10%, 20% y 25% de concreto y virutas de acero reciclado.

Variable Respuesta o dependiente: Resistencia a la compresión.

Observaciones o unidades de estudio: Valores de la resistencia a la compresión para cada grupo y nivel de tratamiento a una edad de 28 días.

Estadístico de Prueba

Dado que la variable respuesta es cuantitativa, el tipo de prueba es de diferencia de medias para más de dos grupos y el tamaño de la muestra es pequeña e iguales, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un factor para contrastar las hipótesis y la prueba de rango post hoc de Tukey para comparar cuál de los tratamientos es la que mayor efecto tiene.

Requisitos para el ANOVA

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Shapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron el programa estadístico SPSS v.25.

Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula para cualquier prueba

Si el p-valor (sig) o significancia de la prueba es menor a α se Rechaza H_0 y se acepta H_a .

($\text{sig} < \alpha$ entonces se acepta H_a)

Donde α es el nivel de significancia y representa el % de error que estamos dispuesto a asumir.

Generalmente el valor de $\alpha = 0.05$.

Tabla 19
Tratamiento del diseño

Identificación	Días	Esfuerzo (kg/cm ²)	% f'c	Esfuerzo a los 28 días (kg/cm ²)
Diseño patrón	7.00	77.00	91.2%	84.43
	7.00	78.00	91.7%	85.06
	7.00	77.00	90.8%	84.80
	14.00	89.00	104.2%	82.53
	14.00	89.00	104.8%	83.02
	14.00	89.00	105.1%	82.78
	28.00	105.24	123.8%	93.92
	28.00	105.63	124.3%	93.64
	28.00	105.05	123.6%	91.54
Diseño con virutas de acero y concreto reciclado al 10 %	7.00	86.00	101.1%	62.45
	7.00	87.00	102.2%	63.60
	7.00	87.00	102.6%	63.60
	14.00	95.00	111.8%	84.97
	14.00	96.00	113.2%	84.81
	14.00	98.00	114.7%	85.44
	28.00	117.00	137.7%	84.97
	28.00	116.24	136.8%	84.80
	28.00	116.26	136.8%	84.80
Diseño con virutas de acero y concreto reciclado al 20 %	7.00	75.00	88.3%	84.94
	7.00	74.00	87.5%	84.57
	7.00	75.00	87.8%	85.42
	14.00	77.00	91.1%	84.52
	14.00	78.00	92.0%	84.78
	14.00	79.00	92.5%	85.41
	28.00	80.54	94.8%	85.44
	28.00	80.73	95.0%	85.26
	28.00	80.66	94.9%	85.35

Identificación	Días	Esfuerzo (kg/cm ²)	% f'c	Esfuerzo a los 28 días (kg/cm ²)
Diseño con virutas de acero y concreto reciclado al 25 %	7.00	70.00	82.2%	85.16
	7.00	70.00	82.4%	84.95
	7.00	70.00	82.8%	84.54
	14.00	76.00	89.8%	84.63
	14.00	77.00	90.3%	85.27
	14.00	77.00	90.5%	85.08
	28.00	79.79	93.9%	85.20
	28.00	78.94	92.9%	85.04
	28.00	79.60	93.7%	85.38

Tabla 20.

Diseño de experimentos con un factor para las pilas de concretos de ladrillos

Factor	Observaciones			Variable Respuesta
	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	
Tratamiento 0 Control	105.24	105.63	105.05	Resistencia a la Compresión
Tratamiento 1 10%	117.00	116.24	116.26	
Tratamiento 2 20%	80.54	80.73	80.66	
Tratamiento 3 25%	79.79	78.94	79.60	

Análisis Descriptivo

Tabla 21

Resistencia a la compresión en pilas de ladrillos

		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS DE LADRILLOS				
TIPO DE DISEÑO		Recuento	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
TIPO DE DISEÑO	Mezcla Convencional	3	105,31	106,63	105,05	,29
	Tratamiento al 10%	3	116,50	117,00	116,24	,43
	Tratamiento al 20%	3	80,64	80,73	80,54	,09
	Tratamiento al 25%	3	79,44	79,79	78,94	,45

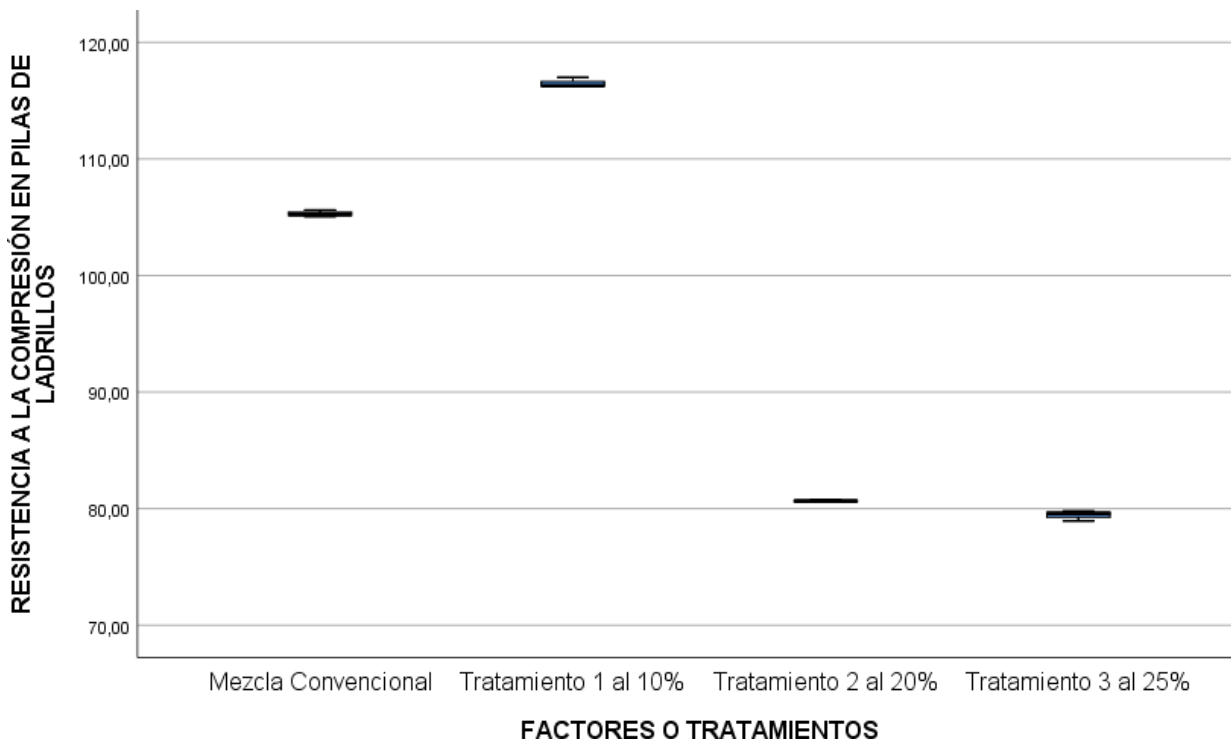


Figura 54. Diagrama de cajas.

De los resultados obtenidos notamos claramente que sólo la media de la resistencia a la compresión del grupo experimental del 10% es mayor al convencional, mientras que los otros dos grupos experimentales son menores, ahora mediante la prueba del ANOVA comprobaremos si estas diferencias son significativas.

Consideraciones de la prueba

- Definimos nuestro nivel de significancia $\alpha=0.05$ (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuesto a asumir al realizar nuestra prueba.
- Para el análisis de la prueba, utilizaremos la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes debido a que la investigación es de tipo transversal, es decir se trata de dos grupos en comparación, donde la variable Resistencia a la compresión es de tipo cuantitativa (medible) y el tamaño de las muestras de cada grupo son pequeñas menores a 30.
- Antes de realizar esta prueba previamente se tiene que corroborar los supuestos de Normalidad y Homogeneidad.
- Todas las pruebas se realizarán con el programa estadístico SPSS v.25.

Normalidad

- Existen dos métodos para probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras grandes y la de Chapiro Wilk para muestras pequeñas, para nuestro caso utilizaremos la de Chapiro Wilk por ser una muestra pequeña.
- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

Resultados de la prueba de Normalidad

Tabla 22

Pruebas de normalidad

	TIPO DE DISEÑO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS DE LADRILLOS	Mezcla Convencional	,256	3	.	,962	3	,625
	Tratamiento al 10%	,364	3	.	,799	3	,112
	Tratamiento al 20%	,236	3	.	,977	3	,712
	Tratamiento al 25%	,304	3	.	,908	3	,410

a. Corrección de significación de Lilliefors

Decisión

Como los p-valores sig tanto del convencional como los experimentales son mayores > 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula.

Conclusión

Se concluye que la variable resistencia a la compresión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Las varianzas en ambos grupos son iguales

Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas

Tabla 23
Resultados de la prueba de homogeneidad

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE LADRILLOS	Se basa en la media	2.632	3	8	0.122
	Se basa en la mediana	0.363	3	8	0.782
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.363	3	5.004	0.783
	Se basa en la media recortada	2.303	3	8	0.154

- De la prueba de Levene, se tiene que el pvalor sig es igual a $0.122 > 0.05$, entonces según la regla de decisión aceptamos H_0 con un nivel de significancia del 5%, lo cual concluimos que los grupos tienen varianzas iguales.

Tabla 24.
Resultados de la prueba ANOVA para un factor.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS DE LADRILLOS					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3048.377	3.000	1016.126	8531.701	0.000
Dentro de grupos	.953	8.000	.119		
Total	3049.329	11.000			

- Se puede apreciar de la prueba del análisis de varianza ANOVA, que el p - valor sig igual a $0.00 < 0,05$ entonces según la regla de decisión rechazamos H_0 y aceptamos H_a , lo cual podemos afirmar con un nivel de significancia del 5% que existe diferencias significativas en la resistencia a la compresión de al menos un tratamiento respecto al convencional.
- Para determinar que tratamiento da un mayor aumento significativo, realizaremos la prueba post hoc de Tukey de rango múltiple.

Tabla 25.

Prueba post hoc de Tukey para la resistencia a la compresión en pilas de ladrillos

FACTORES O TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Tratamiento 3 al 25%	3	79.4433			
Tratamiento 2 al 20%	3		80.6433		
Mezcla Convencional	3			105.3067	
Tratamiento 1 al 10%	3				116.5100
Sig.		0.930	1.000		1.000

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

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

- Del análisis del ANOVA y de la prueba de Tukey podemos afirmar con un nivel de significancia del 5% que si existen diferencias significativas de la resistencia a la

compresión del grupo con los tratamientos respecto al convencional debido a que se encuentran en diferentes sub grupos, para el tratamiento 2 y 3 que se encuentran en los subgrupos 1 y 2, las medias son menores al convencional que se encuentra en el tercer sub grupo, lo que significa que al agregar concentraciones del 20% y 25% la resistencia a la compresión disminuyen significativamente, mientras que el tratamiento 1 que se encuentra en el cuarto grupo aumenta significativamente.

CAPITULO IV.- DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

4.1. LIMITACIONES

- Para los ladrillos de concreto existen ensayos adicionales a realizarse como el de absorción, alabeo, humedad, etc. Sin embargo, para efectos de esta investigación solo se ha considerado el ensayo de resistencia a la compresión por ser el mas restrictivo puesto que si no cumplierse como lo mínimo, no sería factible la fabricación de los ladrillos.
- En el proceso de fabricación se ha tenido algunas limitaciones con respecto al triturado de las probetas puesto que se ha realizado de forma manual lo cual conlleva a que tome mas tiempo para la fabricación, este proceso se podría mejorar si se implementara una trituradora mecánica asimismo también el proceso manual conlleva a que no se pueda obtener una uniformidad en el tamaño requerido fácilmente.

4.2. DISCUSIONES

- Según Carrasco (2018), en la tesis “Aplicación del uso de los residuos de construcción para la fabricación de bloques de hormigón en la ciudad de Riobamba, análisis de costo e impacto ambiental”, se logró demostrar que la resistencia a la compresión fue de 4.04 MPa (41.20 kg/cm²), siendo para nuestra investigación la resistencia a la compresión por unidad de un promedio de 8.33 MPa (84.92 kg/cm²), asimismo, en la tesis de Carrasco, no se hizo el ensayo por pila, el cual si se realizó en esta presente investigación.
- De acuerdo a las investigaciones realizadas por Valencia y Quintana (2016) e Iván Vásquez Gonzales, (2015), ésta fue con fibras de acero, las cuales son nuevas, no recicladas, lo que le da un valor agregado muy importantes a esta investigación, no solo

por los resultados alcanzados sino por la prevención al medio ambiente, reutilizando materiales.

- En la investigación de Espinoza Portal Evelin (2018), este trabajo tuvo un reemplazo de virutas de acero en reemplazo al 10 % de agregado fino, dándole una superioridad de aproximadamente el 5% sobre el concreto patrón, pero en esta investigación el reemplazo es integrado con concreto reciclado en un 10% pero como agregado global, lo cual permite que tenga valores muy por encima del patrón.
- Esta investigación a diferencia de las antes mencionadas, se realizaron a la pieza del bloque de concreto como a la pila (murete), donde se aprecia sus características positivas en unidad como en conjunto.

4.3. CONCLUSIONES

- Por lo tanto, podemos concluir con un nivel de significancia del 5% que existe evidencia suficiente para afirmar que la resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto con el 10% de virutas de acero más concreto reciclado aumenta significativamente respecto a los ladrillos de concreto convencional en unidades y pilas, de acuerdo a lo demostrado en el capítulo III de resultados.
- Al determinar y comparar las resistencias a la compresión de los ladrillos de concreto con virutas de acero más concreto reciclado y los ladrillos de concreto convencional en unidades, concluimos que el resultado del ensayo de resistencia a la compresión del bloque convencional con 10% MA a los 7 y 14 y 28 días es más óptimo que del bloque elaborado con valores de 86 kg/cm², 93 kg/cm² y 109 kg/cm² respectivamente. Sin embargo, todos los especímenes cumplen lo especificado por INDECOPI en la norma NTP 399.613 que tiene como valor mínimo de 50 kg/cm² para ser un bloque portante P.

-
- Al determinar y comparar las resistencias a la compresión de los ladrillos de concreto con virutas de acero más concreto reciclado y los ladrillos de concreto convencional en pilas, concluimos que el resultado del ensayo de resistencia a la compresión de las pilas elaboradas con 10% M.A. a los 7, 14 y 28 días es más óptimo que de las pilas convencionales con valores de 87 kg/cm², 96 kg/cm² y 116 Kg/cm² respectivamente. Sin embargo, todos los especímenes cumplen lo especificado por INDECOPI en la norma NTP 399.605 que tiene como valor mínimo de 74 kg/cm² para que el ensayo a la compresión en pilas sea aceptable.

 - Se realizó una comparación con el costo del bloque convencional, el cual tiene un costo de S/2 soles según Ferreterías Feyco (2017). Esto se realizó con la finalidad de conocer si el bloque elaborado añadiendo 10% de material reciclable procedentes de concreto y virutas de acero sería una competencia potencial para los bloques convencionales. Así, como se detalla a continuación: La elaboración de los bloques haciendo uso de herramientas como el molde metálico, la mesa vibradora y en la mano de obra se contó con dos peones, quienes durante el día trabajaron desde las 8am hasta las 12pm y en el horario de la tarde desde las 2pm hasta las 6pm, con un total de 8 horas. En el proceso de elaboración ambos peones hicieron la mezcla de acuerdo al método global, y para usar el molde metálico se tuvieron que intercalar, ya que como se contaba con un solo molde uno continuaba preparando otra tanda de mezcla mientras que el otro peón se encargaba de apisonar y desmoldar la mezcla de concreto con lo cual se tuvo un rendimiento de 60 und/día. El análisis de costos dio como resultado el costo de S/ 2.20 por unidad de bloque con una probabilidad óptima con respecto al precio del mercado. Esto debido a que se trabajó con dos peones y el molde metálico no se encontraba en buenas condiciones.

Tabla 26
Evaluación del costo de los bloques de concreto con 10% material añadido

PARA LA FABRICACION DEL BLOQUE CON 10% DE MATERIAL RECICLADO						
RENDIMIENTO	60	Und/día			S/	2.20
Horas:	8					
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	P.U	Parcial s/	Total
Mano de obra						
Peón	hh	0.8	0.1067	11.54	1.218	
						1.218
Materiales						
Ag. Grueso	m3		0.0012	40.000	0.048	
Ag. Fino	m3		0.0020	35.000	0.070	
Cemento tipo 1	bls		0.0367	25.000	0.918	
Agua			0.0013	7.500	0.009	
Virutas de acero	kg		0.0020	6.000	0.012	
Concreto reciclado	m3		0.0030	8.000	0.024	
						1.081
Equipos						
Herramientas manuales	3%MO		0.0300	0.5730	0.0170	
Mesa vibradora	hm		0.0200	5.5000	0.1100	
Molde metálico	hm		0.0200	0.5000	0.0100	0.137

4.4. IMPLICANCIAS

- Como se puede observar el precio de ambos bloques, tanto el costo comercial del bloque convencional y el costo del bloque elaborado con 10% de material añadido, tienen una mínima variación con respecto al precio. Por tanto, después de haber evaluado la aceptación de acuerdo a lo especificado por INDECOPI en la norma NTP 399.613 y realizado el análisis de precios, sin duda se podría ingresar al mercado, es decir, que si la producción de bloques de concreto con áridos reciclados y virutas de acero se fabricaría en grandes masas y con maquinaria de alta tecnología se alcanzaría un costo menor o igual al del bloque comercial convencional.
- Es relevante mencionar que lo significativo en nuestro proyecto es que los agregados utilizados son áridos reciclados procedentes de elementos de concreto y virutas de acero.

El valor que se le da, está en la disminución de la explotación de los agregados naturales y reducción de la utilización de los rellenos sanitarios informales, ya que se usa como materia prima en la elaboración de los bloques de concreto elaborados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bloques de concreto. (2019). (Bloqueras.ORG, Productor) Recuperado el 04 de Agosto de 2019, de Bloqueras.ORG: <https://bloqueras.org/bloques-concreto/>

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias

INDECOPI. (2013). *NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.605.* LIMA:

INDECOPI. Recuperado el 12 de Setiembre de 2019, de

https://kupdf.net/download/ntp399605serfft_5be1a579e2b6f5d85cdb3aba_pdf

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales- INDECOPI. (2005). *NORMA*

TÉCNICA PERUANA NTP 399.613. LIMA: INDECOPI. Recuperado el 13 de

Setiembre de 2019, de [https://es.scribd.com/document/287179871/NTP-399-613-](https://es.scribd.com/document/287179871/NTP-399-613-Pdf)

Pdf

Cruzado Ruiz, J. L. (2018). *Elaboración de ladrillos de 18 Huecos Tipo IV con residuos de demolición y cemento.* Tesis de grado, Lima. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3544/cruzado-ruizjose-luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Halanocca Quispe, Y., & Huaman Valencia, R. S. (2015). *Impacto Ambiental generado por el sector ladrillero en el distrito de san jerónimo - Cusco.* Tesis de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco. Recuperado el 11 de Julio de 2019, de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/189/253T20150009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morales Cuti, D., Hernández Campanella, J., Quiche Ruiz, A. M., & Aranibar Tapia, S. (2016).

Manejo de residuos de construcción y demolición. Informativa, Ministerio del Ambiente

Dirección General de Calidad Ambiental, Lima. Recuperado el 12 de Julio de 2019, de
<http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wpcontent/uploads/sites/22/2013/10/MANEJO-DE-RESIDUOS-DECONSTRUCCION-2013-2015-ok-2.pdf>

AMAYA, José y otros (2013) Estudio técnico exploratorio para la utilización de residuos reciclados de concreto, mampostería de bloque de concreto y ladrillo de barro en mezclas de suelo-cemento (tesis para optar el título de Ingeniería Civil). El salvador: Universidad de el Salvador.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS ASTM (2008) C143 /

C143M - 15 "Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete" West
Conshohocken, PA, USA.

ARRIAGA, Libardo (2013) Utilización de Agregado grueso de Concreto Reciclado en elementos estructurales de Concreto Reforzado (trabajo de Grado). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería "Julio Garavito".

Ministerio del Ambiente (2014) "Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales y No Municipales en el Perú, Gestión 2012". Lima, Perú

BEDOYA, Carlos (2003) El concreto reciclado con escombros como generador de Hábitats Urbanos Sostenibles (Trabajo de Maestría). Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

BURNER, F. (27 de 01 de 2014). *Apuntes de Ingeniería Civil*. Obtenido de
<http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2011/02/la-trabajabilidad-o-docilidad-del.html>

MÁRMOL SALAZAR, P. C. (2010). Hormigones con fibras de acero características

mecánicas. Madrid.

NILSON, A., & DARWIN, D. (2001). *Diseño de estructuras de concreto*. Colombia: McGraw-Hill.

PALACIOS, W. (2008). Informe de Estudio de Impacto Ambiental Ampliatorio - "Concesión Cerro negro". Quito.

SIKA. (2014). Hormigón reforzado con fibras. Chile.

SILVA TIPANTASIG, L. G. (2014). Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el Cánton Ambato, Provincia de Tungurahua. Ambato, Ecuador.

VARONA MOYA, B., LÓPEZ JUÁREZ, J., & BAÑÓN BLÁZQUEZ, L. (2012). *Apuntes de Hormigón Armado*. España: Cammons.

PARKER, H., & AMBROSE, J. (2008). *Diseño simplificado de concreto reforzado*. México: Limusa.

LANZCO. (24 de 7 de 2016). *Lanz Tecnomaster*. Obtenido de

<http://www.lanzco.cl/LanzTecnomaster/Fibras%20Metalicas%20y%20de%20polipropileno/>

ANEXOS



**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL A.C. 211**

PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°: 2009-1814-010
SOLICITANTE	BENJAMIN AROVE VASQUEZ	REALIZADO POR: J. Gutierrez
CODIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR: R. Sanchez
UBICACION DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL SAC	FECHA DE VIGENCIA: 23/01/2020
FECHA DE EMISION	23/01/2020	TURNO: Diurno

Agregado	.Ag. Grueso / Ag. Fino	F'o de diseño: 85 kg/m ³
Procedencia	.AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento: 1" - 2"
Cemento	.Cemento EOL Tipo 1	Código de mezcla: PATRON

1. RELACION AGUA CEMENTO
R_{ac} = 0.75

2. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 199 L

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2.5%

4. DATOS DE LABORATORIO

INGUMO	PESO ESPECIFICO						
Cemento EOL Tipo 1	3150 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
		HEMEDAD	ABS	MF	PUB	PLC	TMN
Agregado grueso	2581 kg/m ³	1.50%	0.55%	5.10	1585	1521	1/2
Agregado fino	2658 kg/m ³	2.50%	1.50%	3.10	1623	1390	

OBSERVACIONES:

- * Muestras probadas e identificadas por el solicitante
- * Prohíbese la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL SAC

EQUIPO UTILIZADO				
EQUIPO	CODIGO	F. CALIBRACION	N° CERT. CALIBRACION	
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-122	20/01/2020	CDR-A18-326	
Balanza digital Ohaus 1500g x 1g	ING-128	20/01/2020	CDR-A18-326	
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-126	24/01/2020	CDR-A18-343	
Horno digital Tereosun 106L 6" x 300°C	ING-036	24/01/2020	CDR-A18-343	

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LAB	DI	DI	DI	DI	DI
					
Noemi C. Sánchez Huanán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 194029 INGENIERA DE CONTROL Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony J. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA TECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.				

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



DISÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2020 - TS14 - 010
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VÁSQUEZ	REALIZADO POR	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de INGENCOCONTROL SAC	FECHA DE VACIADO	23/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	23/01/2020	TURNO	Diurno
Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	85 kg/cm ²
Procedencia	AGREGAGOS DE FERRETERÍA	Asentamiento	1" - 2"
Cemento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$F'_{ci} = 155$

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO:

Cemento = 202 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$f_{t/aci} = 0,79$

6. FACTOR CEMENTO

Bolitas x m³ = 5,9 Bolitas

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 199 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 3,5%

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELO	Tm
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,0900 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0,1990 m ³					
Aire	---	0,0250 m ³					
Agregado grueso	2581 kg/m ³	---	1,50%	0,58%	5,19	1563	1,2
Agregado fino	2608 kg/m ³	---	2,10%	1,90%	3,10	1623	
Volumen de pasta		0,3040 m ³					
Volumen de agregados		0,5960 m ³					

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0,2767 m³ = 714 kg

Agregado fino = 0,4193 m³ = 1113 kg

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

Cemento SOL Tipo 1 7,56 kg

Agua 5,71 L

Agregado grueso 21,74 kg

Agregado fino 34,34 kg

slump Obtenido 2"

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 725 kg

Agregado fino 1128 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 190 L

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM. A.F. A.G. AGUA

1 : 4,5 : 2,80 : 32,1 L / bolita

OBSERVACIONES:

* Muestras provisionales e identificadas por el solicitante

* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENCOCONTROL SAC

INGENCOCONTROL SAC			
TECNICUM	D	JEFE LEM	JEFE LEM
Nombre y Firma:		Nombre y Firma:	Nombre y Firma:
			
		Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA DE CONTROL Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Suarez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA DE CONTROL Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO METODO DEL ACI 211

PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2020 - TS14 - 011
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VÁSQUEZ	REALIZADO POR	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL SAC	FECHA DE VACIADO	23/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	23/01/2020	TURNOS	Día
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	85 kg/cm ²
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	1" - 2"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	10 % M.A

- | | |
|--|---|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
F'cr = 100 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
Cemento = 252 kg |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R'ac = 0.79 | 6. FACTOR CEMENTO
Bolsas x m ³ = 5.9 Bolsas |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 199 L | 7. CÁLCULO DE VIRUTA DE ACERO RECICLADA
12.59 kg x m ³ = 5.0% / Cto |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
A'ar = 2.5% | 8. CÁLCULO DE CONCRETO RECICLADO
12.59 kg x m ³ = 5.0% / Cto |

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.0800 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.1990 m ³					
Aire	---	0.0250 m ³					
Agregado grueso	2591 kg/m ³	---	1.50%	0.58%	5.19	1583	1/2
Agregado fino	2638 kg/m ³	---	2.10%	1.90%	3.10	1625	
Volumen de pasta		0.3040 m ³					
Volumen de agregados		0.6960 m ³					

- | | |
|--|--|
| 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
Agregado grueso = 0.2767 m ³ = 714 kg
Agregado fino = 0.4193 m ³ = 1118 kg | 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.03 m ³
Cemento SOL Tipo 1 7.56 kg
Agua 5.71 L
Agregado grueso 21.74 kg
Agregado fino 34.14 kg
Slump Obtenido 1.10"
Viruta de acero reciclada 0.38 kg
Concreto reciclado 0.38 kg |
| 11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
Agregado grueso 725 kg
Agregado fino 1138 kg | 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
CEM A.F. A.G. AGUA
1 : 4.5 : 2.88 : 32.1 L / BOLSA |
| 12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
Agua 190 L | |

OBSERVACIONES
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL SAC

INGEOCONTROL SAC			
TECNIC@ LEM	DI	JEFE LEM	DOC. LEM
Nombre y Firma	SI	Nombre y Firma	SI
		Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony O. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2000 - TS14 - 012
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VASQUEZ	REALIZADO POR	J. Guierrez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	N. Sanchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL SAC	FECHA DE VACIADO	24/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	24/01/2020	TURNOS	Diurno

Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	85 kg/cm ²
Procedencia	AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	1" - 2"
Cemento	Cemento SCL Tipo 1	Código de mezcla	20 % M.A

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R_{á/c} = 0,79

5. PORCENTAJE DE VIRUTA DE ACERO RECICLADA
Porcentaje de viruta = 10,0%

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 199 L

6. PORCENTAJE DE CONCRETO RECICLADO
Porcentaje de concreto = 10,0%

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2,5%

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SCL Tipo 1	3150 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS.	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2581 kg/m ³	1,50%	0,58%	5,18	1583	1623	1,02
Agregado fino	2658 kg/m ³	2,10%	1,00%	3,10	1623	1786	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Chaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	COR-A18-329
Balanza digital Chaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	COR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	COR-A18-342
Horno digital Thermocup 166L 0° a 300°C	ING-598	24/01/2020	COR-A18-343

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	JEFE LEM	CCO - LEM	
 Nombre y Apellido No. E.	 Nombre y Apellido Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195829 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Nombre y Apellido Jonny A. Guierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2020 - TS14 - 012
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VÁSQUEZ	REALIZADO POR	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL SAC	FECHA DE VACIADO	24/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	30/01/2020	TURNO	Diurno
Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño	85 kg/cm ²
Procedencia	AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	1" - 2"
Cemento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	20 % M.A

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
F'cr = 135	Cemento = 352 kg
2. RELACION AGUA CEMENTO	6. FACTOR CEMENTO
R'ac = 0.79	Bolsas x m ³ = 5.9 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	7. CÁLCULO DE VIRUTA DE ACERO RECICLADA
Agua = 199 L	25.19 kg x m ³ = 10.0% / Cto
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	8. CÁLCULO DE CONCRETO RECICLADO
Ara = 3.5%	25.19 kg x m ³ = 10.0% / Cto

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	F.U. SUELTO	TM
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0.8800 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0.1990 m ³					
Aire	---	0.0250 m ³					
Agregado grueso	2581 kg/m ³	---	1.30%	0.58%	5.19	1563	1/2
Agregado fino	2658 kg/m ³	---	2.10%	1.90%	3.10	1623	
Volumen de pasta		0.3040 m ³					
Volumen de agregados		0.6960 m ³					

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA
Agregado grueso = 0.2787 m ³ = 714 kg	Cemento SOL Tipo 1 7.56 kg
Agregado fino = 0.4163 m ³ = 1115 kg	Agua 5.71 L
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	Agregado grueso 21.74 kg
Agregado grueso 725 kg	Agregado fino 34.14 kg
Agregado fino 1138 kg	Slump Obtenido 1"
12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	Viruta de acero reciclada 0.76 kg
Agua 190 L	Concreto reciclado 0.76 kg
	14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
	CEM A.F. A.O. AGUA
	1 : 4.5 : 2.88 : 02.1 L / bolsa

OBSERVACIONES:
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 * Prohíbese la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL SAC

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	DI	JEFE LEM	COE LEM
Nombre y Firma	SE	Nombre y Firma	SE
		 Neemi Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jonny C. González Abante GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO:	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°:	2020 - TS14 - 013
SOLICITANTE:	BENJAMIN AROÑE VÁSQUEZ	REALIZADO POR:	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO:	—	REVISADO POR:	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO:	Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL S.A.C.	FECHA DE VACIADO:	25/01/2020
FECHA DE EMISIÓN:	25/01/2020	TURNO:	Diurno

Agregado:	Ag. Grueso / Ag. Fino	F'c de diseño:	85 kg/cm ²
Procedencia:	AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	1" - 2"
Cemento:	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	25 % M.A

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO
R_{ac} = 0,79

5. PORCENTAJE DE VIRUTA DE ACERO RECICLADA
Porcentaje de viruta : 12,5%

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 199 L

6. PORCENTAJE DE CONCRETO RECICLADO
Porcentaje de concreto : 12,5%

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aire = 2,5%

4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECIFICO	HUMEDAD					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	ABS	MF	PLUS	PLC	TMN	
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	—						
Agregado grueso	2581 kg/m ³	1,50%	0,58%	5,19	1583	1623	1/2
Agregado fino	2658 kg/m ³	2,10%	1,90%	3,10	1623	1798	

OBSERVACIONES:

- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL S.A.C.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Chauva 6000g x 0,1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A18-329
Balanza digital Chauva 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0,01g	ING-138	24/01/2020	CDR-A18-342
Horno digital Thermospa 196L 0° a 320°C	ING-098	24/01/2020	CDR-A18-343

INGEOCONTROLSAC			
TECNICO LEM	SI	JEFE LEM	SI
Nombre y firma:	M	Nombre y firma:	M
	A:		E:
		Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
			E:
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2020 - TS14 - 013
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VÁSQUEZ	REALIZADO POR	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en los establecimientos de INGEOCONTROL SAC	FECHA DE VACIADO	25/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	25/01/2020	TURNO	Diurno
Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F c de diseño	85 kg/m ²
Procedencia	AGREGADOS DE FERRETERIA	Asestamiento	1" - 2"
Cemento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	25% M.A

1. RESISTENCIA A LA COMPRESION REQUERIDA F'cr = 155	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 252 kg
2. RELACION AGUA CEMENTO R'ac = 0,79	6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m ³ = 5,3 Bolsas
3. DETERMINACION DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 199 L	7. CÁLCULO DE VIRUTA DE ACERO RECICLADA 31,49 kg x m ³ = 12,5% / Cto
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2,5%	8. CÁLCULO DE CONCRETO RECICLADO 31,49 kg x m ³ = 12,5% / Cto

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECIFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	TM
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,6600 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0,1990 m ³					
Aire	---	0,0250 m ³					
Agregado grueso	2581 kg/m ³	---	1,50%	0,58%	5,19	1883	1/2
Agregado fino	2058 kg/m ³	---	2,10%	1,96%	3,10	1823	
Volumen de pasta		0,3040 m ³					
Volumen de agregados		0,8960 m ³					

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso = 0,2767 m ³ = 714 kg Agregado fino = 0,4193 m ³ = 1115 kg	13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,03 m ³ Cemento SOL Tipo-1 7,56 kg Agua 5,71 L Agregado grueso 21,74 kg Agregado fino 34,14 kg
11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 725 kg Agregado fino 1138 kg	14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM A.F. A.G. AGUA 1 : 4,5 : 2,88 : 32,1 L / bolsa

OBSERVACIONES:
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL SAC

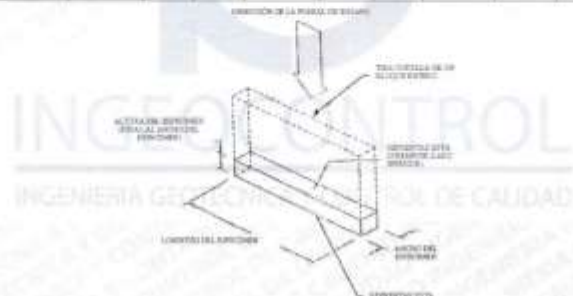
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO USM	APR USM	DIR USM	OTRO USM
Nombre y Firma	Nombre y Firma	Nombre y Firma	Nombre y Firma
	 Neemi G. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony G. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	399-1814-019
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VÁSQUEZ	REALIZADO POR	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	-	REVISADO POR	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO	01/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	01/02/20	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Unidad de albañilería		
Presentación	Bloque Patron		
Resistencia de diseño (F _m)	85 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 398.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	AREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F _m	% F _m
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	41120	480,0	85 kg/cm ²	97,6%
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	41340	480,0	85 kg/cm ²	98,1%
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	41821	480,0	84 kg/cm ²	98,9%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	37620	480,0	77 kg/cm ²	90,6%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	37888	480,0	78 kg/cm ²	91,8%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	37921	480,0	77 kg/cm ²	90,6%
20% M.A	24/01/2020	24/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	33402	480,0	69 kg/cm ²	79,5%
20% M.A	24/01/2020	24/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	33501	480,0	69 kg/cm ²	79,5%
20% M.A	24/01/2020	24/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	33486	480,0	69 kg/cm ²	79,5%
25% M.A	25/01/2020	01/02/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	32120	480,0	66 kg/cm ²	76,3%
25% M.A	25/01/2020	01/02/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	31940	480,0	64 kg/cm ²	75,8%
25% M.A	25/01/2020	01/02/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	31457	480,0	63 kg/cm ²	74,7%



h/t ^a	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,97	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	0,98	0,98	0,99

- OBSERVACIONES:**
- * Muestras realizadas en el laboratorio de INGENEOCONTROL.
 - * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGENEOCONTROL.
 - * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL.

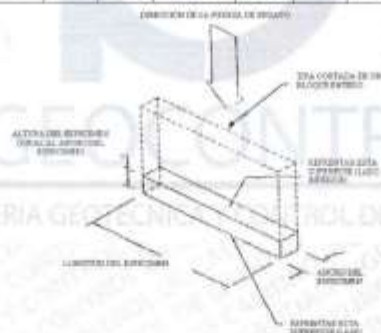
	Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA EN CIVIL - CEP N° 156029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Sánchez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. DCC - LEM
	Nombre y firma:	Nombre y firma:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2020-7814-018
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VASQUEZ	REALIZADO POR:	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	—	REVISADO POR:	N. Sanchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO	08/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	08/02/20	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Unidad de albañilería		
Presentación	Bloque Patrón		
Resistencia de diseño (F'm)	88 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ⁴	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F't
PATRÓN	23/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	45620	480,0	92 kg/cm ²	102,8%
PATRÓN	23/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	44238	480,0	88 kg/cm ²	100,0%
PATRÓN	23/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	44184	480,0	89 kg/cm ²	104,9%
10% M.A	23/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	40188	480,0	81 kg/cm ²	95,3%
10% M.A	23/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	40347	480,0	81 kg/cm ²	95,8%
10% M.A	23/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	40271	480,0	81 kg/cm ²	95,6%
20% M.A	24/01/2020	07/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	37942	480,0	77 kg/cm ²	90,1%
20% M.A	24/01/2020	07/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	37841	480,0	76 kg/cm ²	89,8%
20% M.A	24/01/2020	07/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	37297	480,0	75 kg/cm ²	88,5%
25% M.A	25/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	33497	480,0	68 kg/cm ²	79,5%
25% M.A	25/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	33941	480,0	68 kg/cm ²	80,6%
25% M.A	25/01/2020	08/02/2020	14	12,00	40,00	20,00	1,87	0,97	33278	480,0	67 kg/cm ²	79,0%



h/t ⁴	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94

* h/t = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de INGEOCONTROL.
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGEOCONTROL.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

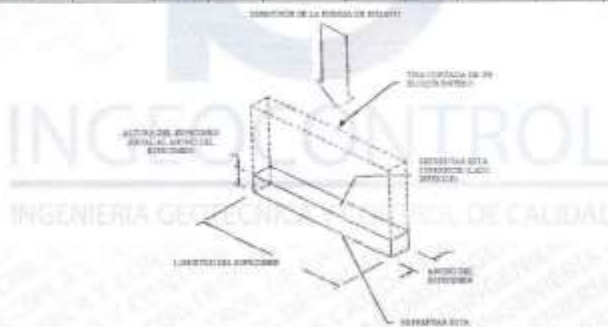
	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL R. Nº: 196029 INGENIERIA TECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA TECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
	Nombre y firma:	Nombre y firma:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2020-TS14-017
SOLICITANTE	BENJAMÍN AROÑE VÁSQUEZ	REALIZADO POR	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO	22/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	22/02/20	TURNO	Diatno
Tipo de muestra	Unidad de albañilería		
Presentación	Bloque Patron		
Resistencia de diseño (F'm)	80 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	ht ^a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	32128	480,0	105 kg/cm ²	123,7%
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	32641	480,0	106 kg/cm ²	124,9%
PATRON	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	32321	480,0	106 kg/cm ²	124,2%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	54710	480,0	110 kg/cm ²	129,9%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	54520	480,0	110 kg/cm ²	129,4%
10% M.A	23/01/2020	20/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	53248	480,0	107 kg/cm ²	126,4%
20% M.A	24/01/2020	21/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40125	480,0	81 kg/cm ²	95,2%
20% M.A	24/01/2020	21/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40020	480,0	81 kg/cm ²	95,0%
20% M.A	24/01/2020	21/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	40178	480,0	81 kg/cm ²	95,4%
25% M.A	25/01/2020	22/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	35641	480,0	80 kg/cm ²	94,9%
25% M.A	25/01/2020	22/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	39740	480,0	80 kg/cm ²	94,3%
25% M.A	25/01/2020	22/02/2020	28	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	39878	480,0	80 kg/cm ²	94,2%



ht ^a	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

^a ht = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de INGENCOCONTROL
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGENCOCONTROL
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENCOCONTROL

	<p>Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N° 1946029 INGENIERIA GERENTECNICA Y GERENCIAMIENTO CALIDAD S.A.C.</p>	<p>Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GERENTECNICA Y GERENCIAMIENTO CALIDAD S.A.C.</p>
	Nombre y firma:	Nombre y firma:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	300-1514-018
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VASQUEZ	REALIZADO POR	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	N. Sanchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO	01/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	01/02/20	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Unidad de albañilería		
Presentación	Bloque Patron		
Resistencia de diseño (F'm)	85 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t*	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% Fc
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	41128	480,0	85 kg/cm ²	97,8%
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	41345	480,0	83 kg/cm ²	98,1%
PATRON	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	41821	480,0	84 kg/cm ²	99,3%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	37925	480,0	77 kg/cm ²	90,0%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	37889	480,0	78 kg/cm ²	89,9%
10% M.A	23/01/2020	30/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	37921	480,0	77 kg/cm ²	90,0%
20% M.A	24/01/2020	31/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	33492	480,0	69 kg/cm ²	79,8%
20% M.A	24/01/2020	31/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	33501	480,0	68 kg/cm ²	79,5%
20% M.A	24/01/2020	31/01/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	33486	480,0	68 kg/cm ²	79,5%
25% M.A	25/01/2020	01/02/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	32125	480,0	65 kg/cm ²	76,3%
25% M.A	25/01/2020	01/02/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	31948	480,0	64 kg/cm ²	75,8%
25% M.A	25/01/2020	01/02/2020	7	12,00	40,00	20,00	1,67	0,97	31457	480,0	63 kg/cm ²	74,7%




h/t*	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

* h/t = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de INGEOCONTROL
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGEOCONTROL
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

	Noemi C. Sanchez Huamán INGENIERA LEM - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. C.C.C - LEM
	Nombre y firma:	Nombre y firma:

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

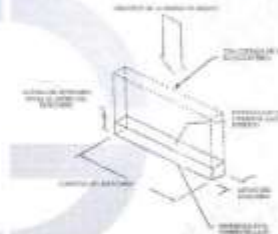
PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2020-TS14-015
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VASQUEZ	REALIZADO POR:	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR:	N. Sánchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO:	16/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	16/02/20	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Pilas de albañilería		
Presentación	Pilas de bloques		
Resistencia de diseño (F'm)	85 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	ht ³	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% Fc
PATRON	31/01/2020	14/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	9425	480.0	89 kg/cm ²	104.2%
PATRON	31/01/2020	14/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	9481	480.0	89 kg/cm ²	104.8%
PATRON	31/01/2020	14/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	9503	480.0	89 kg/cm ²	105.1%
10% M.A	31/01/2020	14/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	10108	480.0	95 kg/cm ²	111.5%
10% M.A.	31/01/2020	14/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	10241	480.0	96 kg/cm ²	113.2%
10% M.A.	31/01/2020	14/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	10376	480.0	96 kg/cm ²	114.7%
20% M.A	01/02/2020	15/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	8242	480.0	77 kg/cm ²	91.1%
20% M.A	01/02/2020	15/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	8321	480.0	78 kg/cm ²	92.0%
20% M.A	01/02/2020	15/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	8364	480.0	79 kg/cm ²	92.5%
25% M.A	02/02/2020	16/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	8124	480.0	76 kg/cm ²	89.8%
25% M.A	02/02/2020	16/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	8167	480.0	77 kg/cm ²	90.3%
25% M.A	02/02/2020	16/02/2020	14	12.00	40.00	80.00	5.00	4.51	8187	480.0	77 kg/cm ²	90.5%

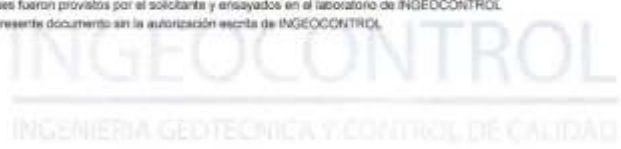
ht ³	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
Factor de corrección	0.85	0.88	0.90	0.92	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00

³ht = relación de altura del espécimen a la mayor dimensión lateral medida.



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de INGECONTROL.
- * Los ensayos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGECONTROL.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGECONTROL.



INGECONTROL S.A.C.		
	<p>Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL / CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>	<p>Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

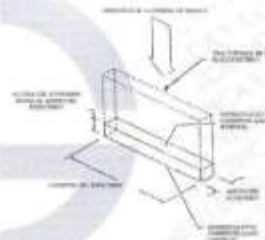
PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2020-TS14-016
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VASQUEZ	REALIZADO POR	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	N. Sanchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO	01/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	01/03/20	TURNOS	Diurno
Tipo de muestra	Pilas de albañilería		
Presentación	Pilas de bloques		
Resistencia de diseño (Fm)	85 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO Fm	% Fc
PATRON	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	11201	480,0	106 kg/cm ²	123,8%
PATRON	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	11242	480,0	106 kg/cm ²	124,3%
PATRON	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	11180	480,0	106 kg/cm ²	123,6%
10% M.A	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	12452	480,0	117 kg/cm ²	137,7%
10% M.A	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	12571	480,0	116 kg/cm ²	136,8%
10% M.A	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	12374	480,0	116 kg/cm ²	136,8%
20% M.A	01/02/2020	29/02/2020	29	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8673	480,0	81 kg/cm ²	94,8%
20% M.A	01/02/2020	29/02/2020	29	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8582	480,0	81 kg/cm ²	95,0%
20% M.A	01/02/2020	29/02/2020	29	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8585	480,0	81 kg/cm ²	94,9%
25% M.A	02/02/2020	01/03/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8482	480,0	80 kg/cm ²	93,9%
25% M.A	02/02/2020	01/03/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8402	480,0	79 kg/cm ²	92,9%
25% M.A	02/02/2020	01/03/2020	28	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8473	480,0	80 kg/cm ²	93,7%

h/t ^a	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,95	0,88	0,80	0,72	0,64	0,55	0,46	0,37	0,28	0,19	0,10

h/t^a = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral media.



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de INGEOCONTROL.
- * Los ensayos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGEOCONTROL.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD

INGEOCONTROL S.A.C.		
 Nombre y firma:	JEFE LEM Nombre y firma: Noémi C. Sánchez Huamán INGENIERA 2004 - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CCO LEM Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑERÍA

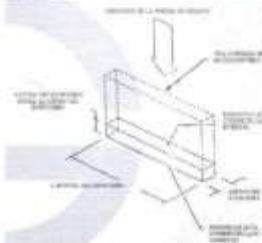
PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2020-TS14-014
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VASQUEZ	REALIZADO POR	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	—	REVISADO POR	N. Sanchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO	09/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	09/02/20	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Pilas de albañería		
Presentación	Pilas de bloques		
Resistencia de diseño (Fm)	85 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t*	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO Fm	% Fm
PATRON	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8245	480,0	77 kg/cm ²	91,2%
PATRON	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8296	480,0	78 kg/cm ²	91,7%
PATRON	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8210	480,0	77 kg/cm ²	90,8%
10% M.A	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9145	480,0	88 kg/cm ²	101,1%
10% M.A	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9241	480,0	87 kg/cm ²	102,2%
10% M.A	31/01/2020	07/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9279	480,0	87 kg/cm ²	102,6%
20% M.A	01/02/2020	08/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7982	480,0	75 kg/cm ²	88,3%
20% M.A	01/02/2020	08/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7912	480,0	74 kg/cm ²	87,5%
20% M.A	01/02/2020	08/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7945	480,0	75 kg/cm ²	87,8%
25% M.A	02/02/2020	09/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7438	480,0	70 kg/cm ²	82,2%
25% M.A	02/02/2020	09/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7452	480,0	70 kg/cm ²	82,4%
25% M.A	02/02/2020	09/02/2020	7	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	7493	480,0	70 kg/cm ²	82,8%

h/t*	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,87	0,88	0,89	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

* h/t = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de INGEOCONTROL.
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGEOCONTROL.
- * Prohibido la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL
INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

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

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

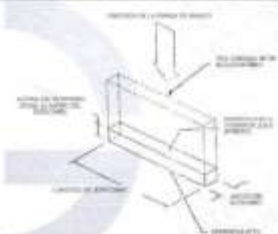
PROYECTO	COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO N°	2020-TS14-015
SOLICITANTE	BENJAMIN AROÑE VASQUEZ	REALIZADO POR	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	N. Sanchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	Lima	FECHA DE ENSAYO	15/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	15/02/20	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Pilas de albañilería		
Presentación	Pilas de bloques		
Resistencia de diseño (Fm)	85 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ³	Factor de Corrección	FUERZA MAXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO Fm	% Fc
PATRON	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9425	480,0	99 kg/cm ²	104,2%
PATRON	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9481	480,0	99 kg/cm ²	104,8%
PATRON	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	9500	480,0	99 kg/cm ²	105,1%
10% M.A	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	10108	480,0	95 kg/cm ²	111,8%
10% M.A	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	10241	480,0	98 kg/cm ²	113,2%
10% M.A	31/01/2020	14/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	10378	480,0	98 kg/cm ²	114,7%
20% M.A	01/02/2020	15/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8242	480,0	77 kg/cm ²	91,1%
20% M.A	01/02/2020	15/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8321	480,0	78 kg/cm ²	92,0%
20% M.A	01/02/2020	15/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8354	480,0	79 kg/cm ²	92,5%
25% M.A	02/02/2020	15/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8124	480,0	76 kg/cm ²	89,8%
25% M.A	02/02/2020	15/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8157	480,0	77 kg/cm ²	90,3%
25% M.A	02/02/2020	15/02/2020	14	12,00	40,00	60,00	5,00	4,51	8187	480,0	77 kg/cm ²	90,5%

h/t ³	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,83	0,85	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,99	0,99	1,00

* h/t³ = relación de altura del espécimen a la razón de área transversal medida.



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de INGEOCONTROL.
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGEOCONTROL.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL S.A.C.		
	<p>Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL / CIP N°: 156029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>	<p>Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto INGENIERO CIVIL / CIP N°: 156029 GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</p>

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PILAS DE ALBAÑILERÍA

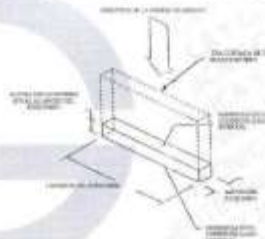
PROYECTO	: COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION POR LOS ENSAYOS DE UNIDAD Y PILA DE LADRILLOS DE CONCRETO Y VIRUTA DE ACERO RECICLADO CON LADRILLO DE CONCRETO CONVENCIONAL	REGISTRO Nº	: 2020-T514-018
SOLICITANTE	: BENJAMIN AROÑE VASQUEZ	REALIZADO POR:	: J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR:	: N. Sanchez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO:	: 01/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	: 01/03/20	TURNO:	: Diurno
Tipo de muestra	: Pilas de albañilería		
Presentación	: Pilas de bloques		
Resistencia de diseño (F'm)	: 85 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
ASTM C140 / NTP 399.604

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ANCHO (cm)	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	h/t ^a	Factor de Corrección	FUERZA MÁXIMA (kg)	ÁREA BRUTA (cm ²)	ESFUERZO F'm	% F'c
PATRON	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	11201	480,0	105 kg/cm ²	123,8%
PATRON	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	11242	480,0	105 kg/cm ²	124,3%
PATRON	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	11180	480,0	105 kg/cm ²	123,6%
10% M.A	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	12482	480,0	117 kg/cm ²	137,7%
10% M.A	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	12371	480,0	119 kg/cm ²	136,8%
10% M.A	31/01/2020	28/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	12374	480,0	119 kg/cm ²	136,8%
20% M.A	01/03/2020	29/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8572	480,0	81 kg/cm ²	94,8%
20% M.A	01/03/2020	29/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8582	480,0	81 kg/cm ²	95,0%
20% M.A	01/03/2020	29/02/2020	28	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8585	480,0	81 kg/cm ²	94,9%
25% M.A	02/03/2020	01/03/2020	29	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8492	480,0	80 kg/cm ²	93,9%
25% M.A	02/03/2020	01/03/2020	29	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8402	480,0	79 kg/cm ²	92,9%
25% M.A	02/03/2020	01/03/2020	29	12,00	40,00	80,00	5,00	4,51	8472	480,0	80 kg/cm ²	93,7%

h/t ^a	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

h/t^a = relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral recta.



OBSERVACIONES:

- * Muestras realizadas en el laboratorio de INGENECONTROL.
- * Los insumos para la elaboración de los bloques fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de INGENECONTROL.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENECONTROL.



INGENECONTROL SAC		
	JEFE LEM Noëmi C. Sánchez Huamán INGENIERA (C) - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	COO LEM Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.